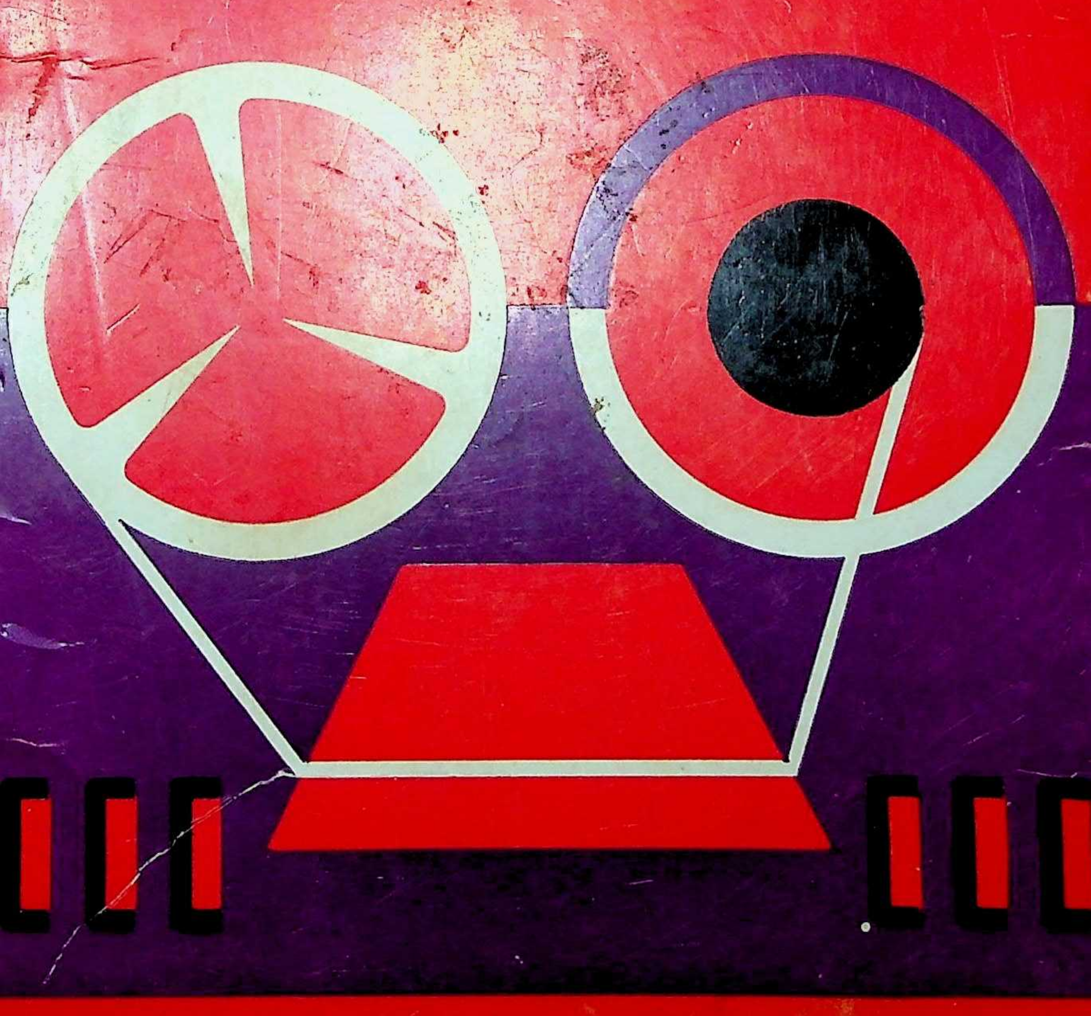
R. DESCHEPPER
CH. DARTEVELLE

el magnetofón y sus aplicaciones



EL MAGNETOFONO Y SUS APLICACIONES

R. DESCHEPPER

CH. DARTEVELLE

EL MAGNETOFONO Y SUS APLICACIONES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

LA CINTA MAGNETICA

MECANICA Y ELECTRONICA

PRACTICA DE LA GRABACION DEL SONIDO



marcombo
BOIXAREU EDITORES

BARCELONA-MEXICO

Título de la obra original
LE MAGNETOPHONE ET SES UTILISATIONS
Traducción de **L. IBAÑEZ**

MARCOMBO, S.A.
Gran Via de les Corts Catalanes, 594
Barcelona-7

4.ª impresión, 1981

ISBN: 84-267-0067-5
Dep. Legal: B-6820-1981
Impreso en España - Printed in Spain
T. G. Portavella
Diputación, 427 - Barcelona

INDICE

DEDICATORIA A E. AISBERG

Nunca me hubiese permitido violar su dominio particular titulando este librito «¿El magnetófono?... ¡Pero si es muy fácil!», a pesar de que ése hubiese sido mi deseo y de que está concebido de modo bastante parecido al de los libros de usted, de reputación universal.

Porque sus personajes, hoy día legendarios, le pertenecen, y hubiese sido para mí cuestión de conciencia dotarles de hermanos o primos hermanos.

Mi personaje será un amigo, un abogado muy versado en leyes, pero cuyos conocimientos acerca del empleo del magnetismo para la conservación de las ondas sonoras son muy escasos.

He leído fructuosamente «¿La Radio?... ¡Pero si es muy fácil!» e incluso «La Televisión..., ídem» y no dudo que, siguiendo mi consejo, se interesará pronto por la sencillez (?) del transistor. Con esto mi labor se simplifica mucho.

Pero el magnetófono, convertido en nuestros días en un utensilio doméstico, lo mismo que el receptor de radio, el televisor y el electrófono, encierra para la mayoría de los mortales muchos misterios y, cosa extraña, todavía no ha despertado el interés de Curiosus.

Me he esforzado muy modestamente en desempeñar el papel de éste cerca de mi amigo, que es un Ignotus de más edad, pero tan deseoso como el de usted "de rerum congnoscere causas", como hubiese dicho Lucrecio hace veinte siglos.

Habiendo encontrado siempre en usted simpatía y estímulo desde que nos conocimos, hace ya muchos años, me considero obligado a dedicarle esta obra, en la esperanza de que viva a la sombra de su famosa trilogía.

R. Deschepper

ADVERTENCIA

Este libro no está destinado a los profesionales de la electrónica, ni a los técnicos de sonido o de registro, a quienes el autor no hubiese tenido la pretensión de enseñar nada en estas técnicas. Está destinado a aquel lector que en el siglo de Voltaire se le hubiese llamado «l'honnête homme», siempre deseoso de iniciarse, aunque sólo fuese sucintamente, en los progresos de las artes y de las ciencias.

El lector no encontrará, pues, aquí un estudio profundo del registro magnético, sino respuestas sencillas a las preguntas que un aficionado inteligente se plantea naturalmente, deseoso de obtener el máximo provecho de su magnetófono.

Evidentemente, esto no excluye la necesidad de algunas explicaciones teóricas.

Sin embargo, siempre hemos procurado que sean fácilmente asimilables y de una lectura amena.

«Para vulgarizar, no es necesario ser vulgar. Para ser sencillo, no hay necesidad de explicaciones simplistas. Y para ser serio, no es necesario ser pesado y latoso.»

Esta frase, extraída del célebre libro de E. Aisberg «¿La Radio?... ¡Pero si es muy fácil!», nos ha servido de directriz para escribir esta obrita.

R. Deschepper

CARTA PRELIMINAR

ALGUNOS PRINCIPIOS GENERALES

Mi querido amigo:

Dices que tienes el laudable propósito de comprar un magnetófono, tanto para tu placer personal como para ceder a ciertas presiones familiares. Tus hijos, en particular, te han dicho cínicamente que en lo que concierne a las distracciones domésticas no eres moderno.

Naturalmente, deseo habitual en ti, deseas saber «cómo funciona éso», y en tu carta me haces una serie de preguntas entre las cuales no es la menos embarazosa la de «¿qué modelo debo elegir?».

Pienso que tú mismo encontrarás la respuesta a esta última pregunta más tarde, cuando hayas asimilado bien los principios fundamentales del registro magnético, su técnica y sus posibilidades. Este procedimiento abarca hoy un campo muy vasto, del cual las aplicaciones profesionales no constituyen más que una mínima parte: calculadoras, automación, televisión, cinematografía, en que se recurre al registro magnético porque permite retener, conservar y reproducir a voluntad todas las señales imaginables.

Un poco de historia

Todo comenzó en 1898 cuando un ingeniero danés llamado Valdemar Poulsen consiguió fijar la voz humana sobre un hilo de acero utilizando un fenómeno magnético.

Este invento es contemporáneo del fonógrafo de Edison, el cual, por no utilizar más que un medio mecánico muy sencillo, prevaleció sobre el procedimiento magnético, más complicado, relegándole en un olvido del que no ha sido sacado hasta cuarenta años después.

La primera aplicación práctica del registro magnético del sonido fue la preparación de los programas de radiodifusión. Este

sistema presentaba la ventaja sobre el disco de permitir borrar instantáneamente un registro para poner otro en su sitio, lo que era muy valioso para las repeticiones.

Además, el procedimiento magnético podía proporcionar reproducciones de más larga duración que los discos.

Los registradores magnéticos primitivos de uso profesional eran enormes y pesadas máquinas, muy diferentes de los magnetófonos de hoy día.

El hilo de acero fue el primer soporte magnético utilizado y su empleo ha persistido durante muchos años.

Sus aplicaciones en el dominio privado fueron principalmente los dictáfonos, pero su popularidad no fue nunca muy grande y finalmente desapareció cuando se puso a punto el registro en cinta magnética.

No obstante, en los estudios de radiodifusión se siguió empleando durante algún tiempo una cinta de acero que ofrecía ciertas ventajas mecánicas, pero también este sistema cayó en desuso.

A propósito de acústica

Considero que es necesario explicar previamente lo que se ha convenido en llamar sonido, porque esta palabra se presta a confusión.

En efecto, es necesario distinguir entre el aspecto fisiológico, es decir, la sensación que se siente, y el fenómeno físico que la provoca.

Evidentemente, el único que se puede registrar es el último, ya que el primero es personal y depende de nuestra edad, de nuestro estado de salud y de otras circunstancias.

Cuando un objeto material vibra, por ejemplo, una cuerda de violín, sus movimientos se transmiten al aire ambiente, que experimenta una serie de compresiones y expansiones que se propagan a la velocidad media de 343 metros por segundo.

Es importante tener en cuenta que, en un punto dado, se produce a la vez una variación periódica de la presión del aire y un ligero desplazamiento longitudinal y alternativo de éste. Cada uno de dichos efectos puede ser utilizado para captar el sonido con propósitos de transmisión o de registro.

El sonido se caracteriza por el número de movimientos alternativos por segundo del sistema vibrante que lo produce; ésta es su **frecuencia** (los músicos dicen su altura). Se expresa en Hertz (1 Hertz = 1 vibración por segundo).

Como el sonido se propaga a velocidad uniforme, el intervalo de tiempo entre dos compresiones, o dos depresiones sucesivas,

es más o menos grande, y la distancia en el espacio que las separa depende de la frecuencia. Esta es la **longitud de onda.**

Tanto si la cuerda de violín vibra pianísimo o fortísimo, la frecuencia permanece variable, pero el sonido es más o menos intenso, y las variaciones de presión del aire son más o menos fuertes.

El sonido que oímos no es casi nunca puro. Casi siempre es una mezcla de vibraciones de frecuencias diversas. Ni siquiera la cuerda de violín emite un sonido puro. Vibra según diversos modos, gracias a lo cual el oído lo distingue del de un clarinete que emita la misma nota.

El sonido complejo de un instrumento musical contiene una frecuencia fundamental, que es la nota emitida o «tocada», y una serie de otras frecuencias que corresponden al duplo, triple, cuádruple, etc., de la frecuencia fundamental, y que se llaman **armónicos.** Su número y su amplitud relativa determina el **timbre** que caracteriza a un instrumento de música o una fuente de sonido cualquiera.

Naturalmente, los armónicos deben ser registrados íntegramente para obtener una restitución exacta del timbre.

Esto encierra todo el secreto de la alta fidelidad. Aun trataremos de ello con más detalle.

Fundamento de la conservación del sonido

Registrar un sonido, es decir, una vibración del aire, es crear en algún objeto una irregularidad de superficie, de textura o de cualquier propiedad que permita, mediante algún artificio apropiado, reconstituir una vibración del aire tan parecida a la original como sea posible.

La idea básica del fonógrafo fue grabar un surco de profundidad variable en una materia relativamente blanda, como la cera, mediante la acción de una membrana provista de un estilete al que las ondas sonoras hacen vibrar.

El efecto es reversible. El estilete, al pasar nuevamente por el surco, hace vibrar a la membrana y reproduce el sonido.

Contrariamente a la opinión corriente, el primero que ideó este medio no fue Edison, sino Charles Cros, físico y poeta. Fue en 1876.

El mérito del genial americano no queda por eso disminuido, puesto que ignoraba incluso la existencia de este sabio francés.

Luego fue reemplazado el procedimiento de grabado en profundidad por el grabado lateral, que permite obtener ondulaciones

más amplias y reproduce más fielmente la forma de las ondas sonoras.

Observarás que un disco contiene el sonido en forma estrictamente material y que su «lectura» exige una acción mecánica: la del desplazamiento de una punta de aguja (zafiro o diamante) guiada por el surco. Esto da lugar a rozamiento y desgaste.

En el registro magnético el sonido no está materializado por un surco, sino por variaciones del estado magnético de una capa de óxido de hierro depositada sobre una cinta de material plástico. En las operaciones no interviene ningún mecanismo.

En resumen, un magnetófono comprende un sistema motor que hace desfilar con movimiento regular una cinta magnética delante de una «cabeza» recorrida por la corriente de frecuencia acústica que proviene de un amplificador, el cual es alimentado por un micrófono, un receptor de radio o un pick-up.

La cabeza crea en la cinta una magnetización, cuyo sentido y cuya intensidad dependen de la corriente mencionada.

Como los fenómenos magnéticos son reversibles, haciendo desfilar la cinta a la misma velocidad delante de la cabeza, se inducen en ésta corrientes que, amplificadas, reproducen el sonido inicial por medio de un altavoz.

Muy sencillo, mi querido amigo, como diría Sherlock Holmes.

Continuaré la explicación en una próxima carta.

SEGUNDA CARTA

DONDE SE SIGUE TRATANDO DE ACUSTICA

Nuestras pobres orejas

Nuestro sentido del oído está estrechamente limitado.

Personas privilegiadas y muy jóvenes perciben todas las vibraciones sonoras cuya frecuencia está comprendida entre 20 y 20.000 Hz, pero estos límites extremos rara vez se alcanzan.

Con la edad, los dos límites se acercan y, pasada la cuarentena, pocas personas pueden oir un sonido cuya frecuencia exceda de 12.000 Hz. La percepción de las frecuencias en el otro extremo de la gama se atenúa menos rápidamente.

Se estima que a los 50 años el límite superior está situado como promedio en 6.000 Hz y que después de la sesentena desciende rápidamente hacia 3.000 o 4.000 Hz.

Estos son, desde luego, datos estadísticos que provienen del examen de un gran número de sujetos normales y exentos de sordera.

Lo que permite decir que hay numerosas excepciones.

Cosa curiosa: éstas se encuentran particularmente entre las personas que, por gusto o por profesión, ejercitan constantemente su oído, lo que parece que contribuye a mantenerlo en buen estado hasta una edad más avanzada que la del resto de los mortales.

Deseo que tu amor a la música te haga merecedor de este precioso privilegio.

No es esto todo. Incluso en las personas jóvenes, la sensibilidad del oído no es la misma para todas las frecuencias. El máximo está situado en la proximidad de 3.000 Hz. Esta es la región media en que se encuentran las componentes de la voz humana.

A uno y otro lado de esta región la sensibilidad disminuye.

Existe un umbral de audibilidad que corresponde a la energía acústica más débil que se puede percibir. Evidentemente, ésta es la frecuencia más baja que he mencionado. Aumentando o dis-

minuyendo dicha frecuencia se observa que, para que se pueda percibir algún sonido, es necesario aumentar progresivamente su intensidad, y esto particularmente en el lado de los sonidos graves.

He aquí una tabla que indica cómo, para obtener una misma impresión de intensidad sonora, es necesario aumentar la intensidad de la señal emitida a medida que la frecuencia disminuye.

Frecuencia (Hz)	Intensidad física del sonido (dB)
1000	40
500	42
200	52
100	62
50	72
30	80

El umbral de audibilidad varía, pues, con la frecuencia, pero es igualmente diferente según los individuos y se modifica con la edad. En efecto, cada uno de nosotros tiene su umbral particular. Se le puede representar en forma de una curva. Es el célebre diagrama de Fletcher y Munson (fig. 1) que lleva el nombre de los

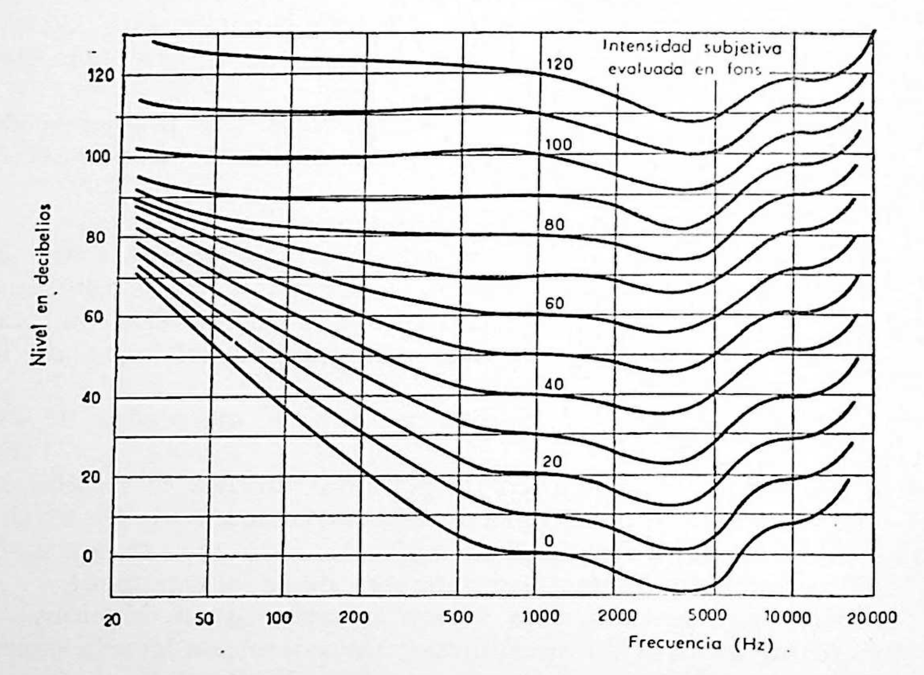


Fig. 1. — Diagrama de Fletcher y Munson que traduce el umbral de audibilidad de un oído "medio".

investigadores americanos que efectuaron los primeros estudios profundos sobre el sonido.

Si se aumenta gradualmente la intensidad sonora, llega un momento en que se experimenta una sensación dolorosa. El nivel de este otro umbral se mantiene aproximadamente constante en todas las frecuencias (fig. 2).

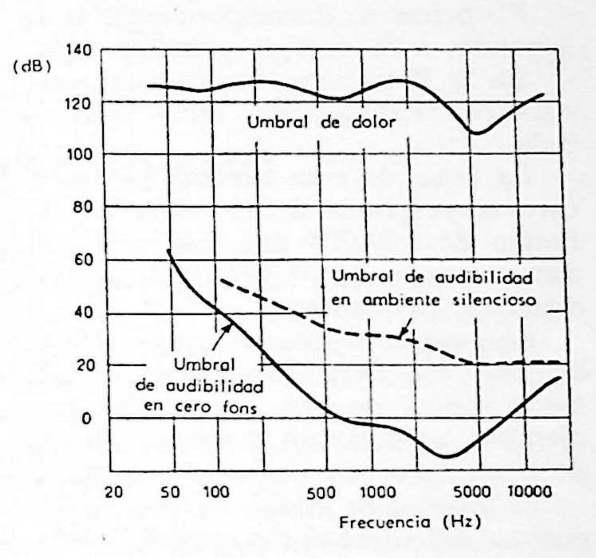


Fig. 2. — Diagrama de audibilidad. Arriba, umbral de sensación dolorosa; abajo, umbral de audibilidad en cero fon. En línea de trazos, umbral de audibilidad en ambiente tranquilo: la curva acusa una ligera ascensión a causa de los ruidos parásitos ambientales.

Imagínate que hace un tiempo hermoso y que la hora es propicia y te detienes en un bosquecillo en tu gira de vacaciones. Una brisa ligera agita las hojas de los árboles y se oye el canto de un ruiseñor. Pero esta dulce calma campestre no dura mucho. De un aeródromo militar próximo levanta el vuelo un caza a reacción y pasa, muy bajo, por encima de tu pequeño rincón tranquilo.

El ruido es tal que, durante algunos segundos, los oídos te hacen daño.

Entre el rumor del bosque y este terrible estruendo, la relación de la energía acústica puede llegar a un billón.

En el curso de la ejecución de una pieza de orquesta la relación de energía sonora entre el pianísimo y el sonido de los instrumentos de cobre y del bombo es del orden del millón.

Fons y decibelios

No podemos apreciar directamente la enormidad de estas variaciones del nivel físico. Nuestro oído realiza automáticamente una especie de compresión, que se denomina **dinámica,** de la energía sonora.

Esta favorable medida de seguridad es consecuencia de que la sensación auditiva sigue una ley particular. Es aproximadamente proporcional al **logaritmo** de la energía sonora que la ha provocado.

Por esto, en las mediciones de acústica se usan unidades particulares: el **fon** y el **decibelio** (dB).

El primero, correspondiente a la intensidad fisiológica, y el segundo, a la energía acústica.

En la literatura técnica concerniente al sonido —transmisión, registro, reproducción, etc.— casi siempre se hace uso del decibelio.

La base de esta unidad es un sonido de 1.000 Hz y el nivel cero corresponde a un valor físico normalizado. Equivale a una fuerza de 0,000204 dina/cm que se expresa también en una unidad eléctrica, 10^{-16} W/cm. Desde luego son valores extraordinariamente pequeños.

En cuanto al fon, su valor numérico tiene la misma frecuencia de 1.000 Hz. Pero, como representa una **sensación** y no un fenómeno físico, no hay concordancia en las otras frecuencias. Por ejemplo, a 30 Hz un aumento de sensación de 10 fons corresponde a un aumento de nivel sonoro real de 70 dB.

El umbral de dolor está situado 130 dB aproximadamente por encima del umbral de audibilidad. Y esto corresponde a una relación de energías físicas sonoras de **diez billones**.

Estos números evidencian la extrema sensibilidad de nuestro oído, el cual reacciona ante una energía acústica inverosímilmente pequeña.

Antes de terminar, tengo que señalarte que un sonido muy potente satura en cierto modo el oído e impide percibir otros sonidos de frecuencia diferente. Es el efecto de enmascaramiento.

Es tanto más pronunciado cuanto más se aproxima la frecuencia del sonido enmascarante a la del sonido que se desea escuchar.

No creas que estas nociones de acústica se apartan del objeto principal de nuestra correspondencia. Más adelante comprobarás que eran necesarias.

TERCERA CARTA

EL MAGNETISMO

Quiero explicarte todo lo sencillamente que pueda en qué consiste el magnetismo, o, al menos, lo que se debe saber de él para comprender claramente el funcionamiento de un magnetófono.

Recuerdo que en el colegio seguías el curso de física con indiferencia. Los clásicos te interesaban más. Verdad es que nuestro profesor no estaba dotado del don de la elocuencia.

Por tanto, es normal que sólo recuerdes muy vagamente lo que entonces nos enseñaron a propósito de los imanes.

Lo primero que debo recordarte es que el concepto de magnetismo es inseparable del de corriente eléctrica. Esta engendra siempre un **campo magnético** y, recíprocamente, un campo puede originar una corriente eléctrica.

Todo el mundo sabe que el hierro y la mayoría de sus aleaciones son capaces de imantarse, es decir, de adquirir la propiedad de atraer trozos de metal de la misma naturaleza.

El magnetismo no aparece uniformemente repartido en la masa de un imán, sino que se manifiesta principalmente en dos zonas llamadas polos, y bautizadas norte y sur por asociación mental con la brújula.

Aproximando entre sí dos imanes, se observa que los polos de nombres contrarios se atraen (fig. 3), y los polos del mismo nombre se repelen (fig. 4).

Todo esto es muy clásico.

Si se rompe un imán fraccionándolo en trozos, nunca se obtienen polos aislados (fig. 5), sino imanes completos cada vez más pequeños. Continuando la operación hasta la molécula, se llega a «dominios» que se pueden considerar como imanes elementales.

En un trozo de metal no imantado, éstos están orientados fortuitamente (fig. 6 a). En un imán están todos dirigidos en el mismo sentido y sus efectos se suman (fig. 6 b).

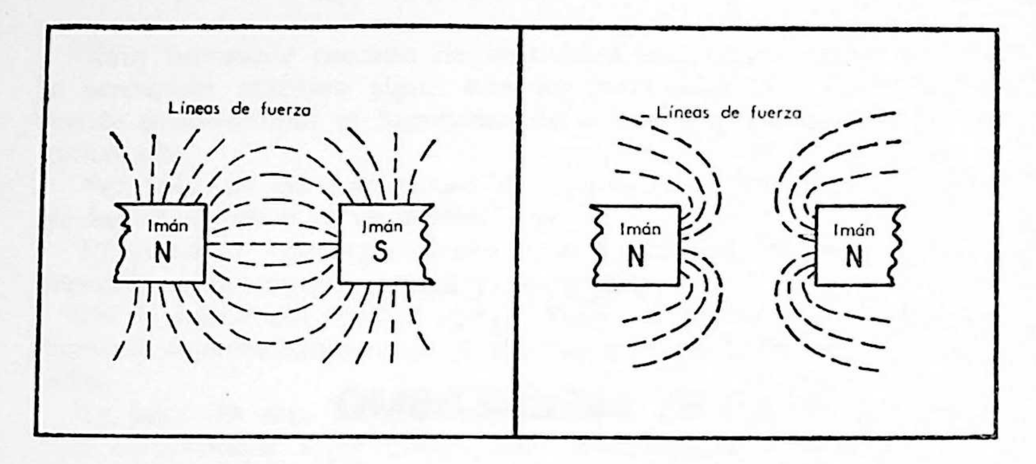


Fig. 3. — Los polos de distinto nombre se atraen

Fig. 4. — Los polos del mismo nombre se repelen.

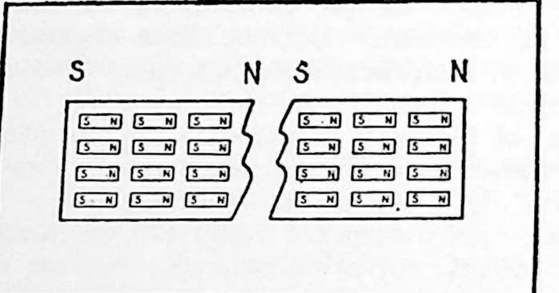


Fig. 5. — Rompiendo un imán se obtienen dos imanes completos, cada uno de los cuales tiene sus propios polos, estando colocados los imanes elementales en alineación perfecta

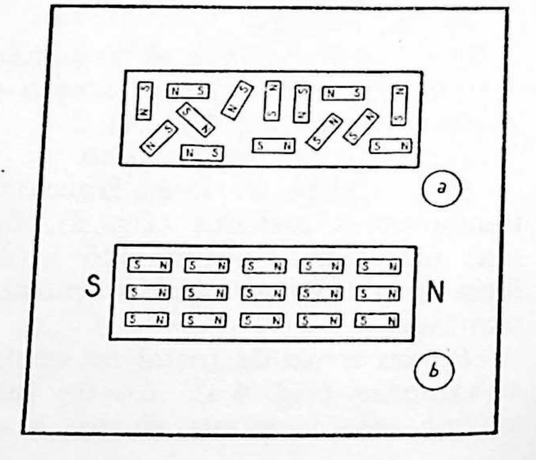
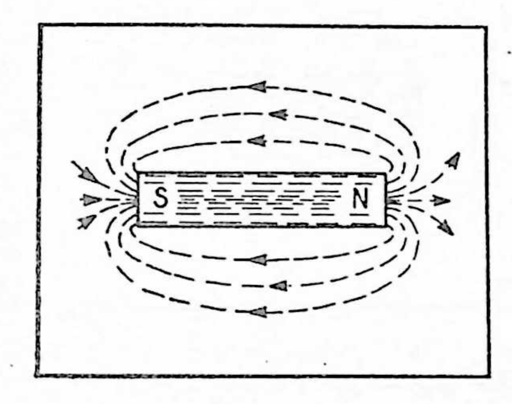
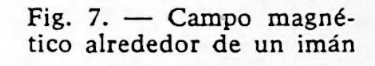


Fig. 6. — En un trozo de metal magnético no imantado, los imanes elementales están orientados fortuitamente (*a*). Cuando el metal está imantado, están todos dirigidos en el mismo sentido, y sus efectos se suman (*b*)

Un imán crea a su alrededor un estado particular del espacio que se llama campo magnético. Se le representa imaginariamente materializado por **líneas de fuerza** (fig. 7). En realidad estas líneas no existen. El campo magnético es continuo. Las líneas no son más que un modo cómodo de indicar su orientación.

Un bucle de hilo conductor recorrido por una corriente eléctrica se comporta exactamente como un imán. En el espacio que le rodea se encuentra un campo magnético y en él se distinguen dos polos. La posición de éstos depende del sentido de la corriente.




Fig. 7. — Campo magnético alrededor de un imán

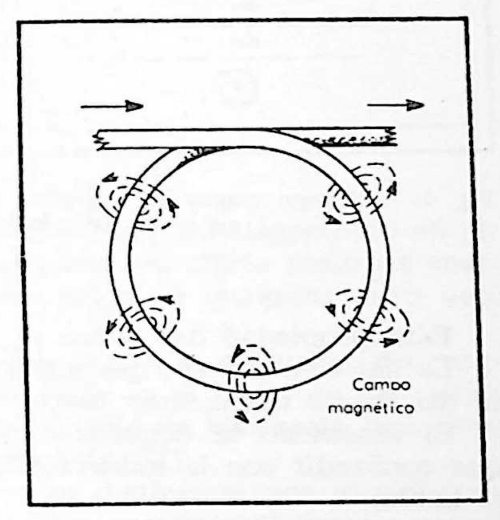


Fig. 8. — Campo magnético engendrado por un hilo recorrido por una corriente

Una corriente eléctrica no es más que un desplazamiento de electrones. Hoy día se considera que la imantación de un trozo de metal es consecuencia de la circulación de los electrones en los «dominios» elementales y, en consecuencia, son asimilables a circuitos eléctricos.

Solo hay una clase de magnetismo.

En lo que a éste respecta, se distinguen tres categorías de cuerpos: los **ferromagnéticos**, que son capaces de imantarse; los **diamagnéticos**, que no lo son (ejemplo el cobre) y, entre ambas categorías, los **paramagnéticos**, capaces de una débil imantación.

Las aleaciones de hierro se pueden clasificar en fuertes y débiles, oponiéndose las primeras enérgicamente a toda modifica-

ción de su «estado magnético» y comportándose pasivamente las segundas.

Los imanes llamados permanentes se forman con las primeras, mientras que las otras se utilizan en los circuitos magnéticos.

Cuando se introduce un trozo de metal ferromagnético en un campo magnético, se observa que éste se concentra en él como si succionase las líneas de fuerza (fig. 9).

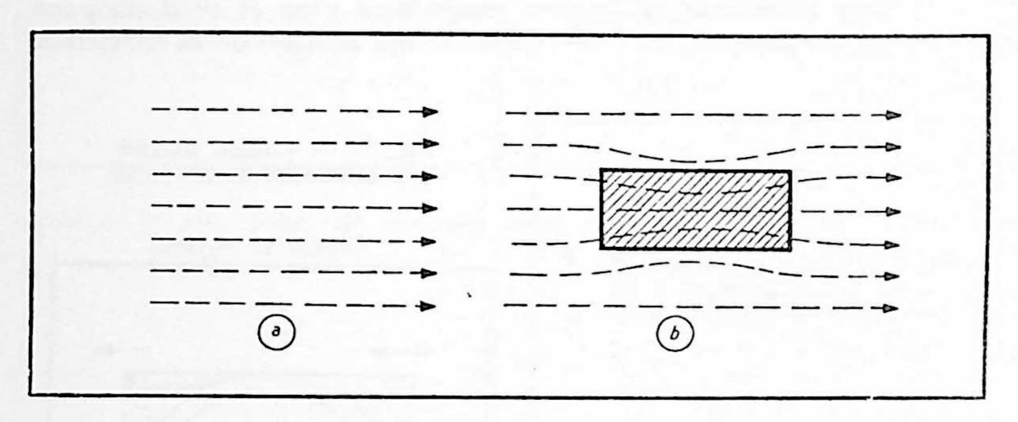


Fig. 9. — Campo magnético uniforme (*a*); campo magnético concentrado por un trozo de metal ferromagnético (*b*)

Esta propiedad del metal se llama permeabilidad.

La del aire (cuerpo paramagnético) es extremadamente débil; la del hierro dulce, muy fuerte.

El fenómeno se denomina inducción magnética (que no hay que confundir con la inducción electromagnética de la que luego te hablaré).

Un hilo conductor arrollado en espiral forma lo que se llama un solenoide.

Si introducimos en él una barra de metal ferromagnético, los campos particulares de los imanes elementales del metal tienden a alinearse con las líneas de fuerza bajo la influencia del campo magnético interno, con lo que la barra se convierte en un imán (fig. 10).

Si entonces interrumpimos la corriente, se observará que en la barra subsiste una **imantación remanente** cuya intensidad depende de la naturaleza del metal y constituye una de sus características (fig. 11).

Si, partiendo de cero, se aumenta progresivamente la corriente, se observa que, rebasada una cierta intensidad, la imantación de la barra deja de aumentar. Con ello se alcanza la **saturación magnética.**

Para suprimir o «borrar» completamente la imantación remanente es necesario invertir el sentido de la corriente y someter a la barra a la acción de un campo magnético inverso; o **campo coercitivo.** Su intensidad constituye otra característica del metal.

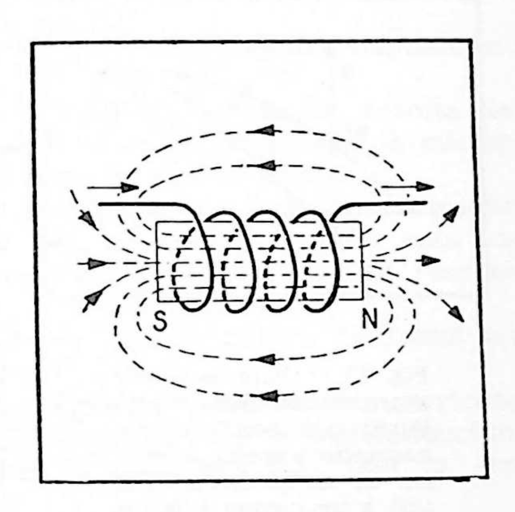


Fig. 10. — Colocando una barra de metal ferromagnético en un solenoide recorrido por una corriente, los campos de los imanes elementales tienden a alinearse en las líneas de fuerza, y la barra se convierte en un imán

La formación, la supresión y la inversión del magnetismo en un trozo de metal ferromagnético requieren un cierto gasto de energía, lo que implica la pérdida de ésta para cualquier otro uso. Es la pérdida por **histéresis.**

Si dibujamos un gráfico que represente la evolución del magnetismo en una muestra de metal dada en el curso de una alternancia de la corriente, se obtiene su **ciclo de histéresis,** que sirve para caracterizarla magnéticamente (fig. 12).

Los materiales ferromagnéticos se distinguen por el valor relativo de sus parámetros: imantación remanente, campo coercitivo, inducción de saturación y permeabilidad. Según el uso que se desee hacer del material predominará uno de los parámetros.

Otros fenómenos fundamentales

Un conductor que es recorrido por una corriente eléctrica origina a su alrededor un campo magnético cuya intensidad es proporcional a la de la corriente. Si ésta varía, el campo también varía.

Cuando varía la intensidad, el campo magnético induce una corriente en un conductor situado en dicho campo.

Lo mismo ocurre si se desplaza el conductor con respecto a las líneas de fuerza.

El conductor está sometido a una fuerza que tiende a desplazarlo cuando se hace variar la corriente o la intensidad del campo magnético.

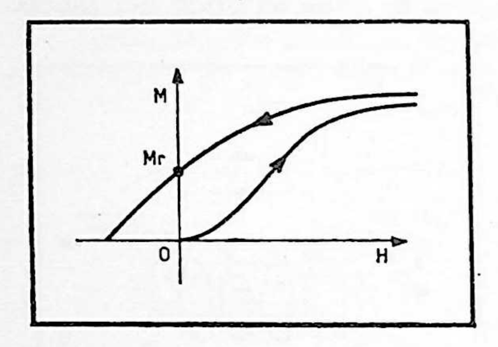


Fig. 11. — Con las sustancias ferromagnéticas, cuando el campo magnético H se anula, la imantación M no desaparece totalmente y queda una cierta imantación remanente Mr

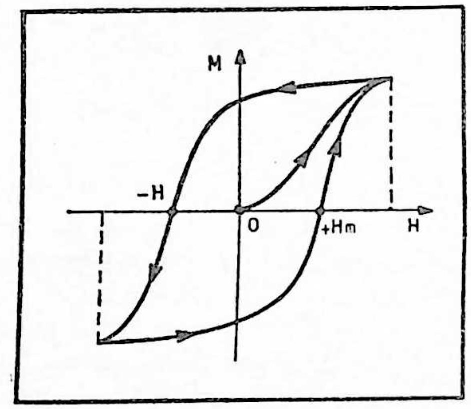


Fig. 12. — Para hacer desaparecer completamente la imantación permanente es necesario someter a la barra de metal ferromagnético a un campo magnético inverso (—H) o campo coercitivo, lo que conduce a un gasto de energía. Esto es lo que representa el ciclo de histéresis

La variación de la corriente que recorre un conductor origina una variación de su campo magnético y esto, a su vez, engendra en el conductor una corriente inversa que tiende a oponerse a esta variación. Esto es lo que se llama **autoinducción.**

Una variación de la corriente que circula en un conductor origina una corriente en un conductor situado cerca de él. Esto es lo que se llama **inducción electromagnética.**

El sentido de la corriente inducida es contrario al de la corriente que la ha originado.

En un solenoide, las espiras sucesivas están sometidas a sus influencias mutuas, las cuales refuerzan la autoinducción.

Un núcleo de metal ferromagnético introducido en un solenoide aumenta enormemente la autoinducción y concentra el campo magnético.

En todo lo que acabo de explicarte, se sobreentiende que el conductor forma parte de un **circuito cerrado.**

La corriente alterna

En una corriente alterna su sentido varía periódicamente.

La corriente que empleamos para usos domésticos varía 50 veces por segundo.

Se representa gráficamente por una curva regular llamada sinusoide.

La corriente que, en los aparatos electroacústicos, resulta de la conversión de las ondas sonoras, tiene, naturalmente, la misma frecuencia que éstas y debe presentar la misma forma.

Ya te he explicado en mi carta anterior que dicha forma puede ser muy irregular. Los circuitos por los que debe pasar esta corriente tienen que estar proyectados de manera que se respete dicha condición.

También deben poder transmitir con la misma facilidad las señales de todas las frecuencias.

Una bobina de hilo conductor opone al paso de una corriente alterna una resistencia, debida principalmente a su autoinducción.

Esta resistencia, llamada **impedancia,** aumenta con la frecuencia.

Cuando dos bobinas están muy próximas, se dice que están acopladas. Una corriente alterna que circule en una de ellas, llamada **primario,** induce en la otra, llamada **secundario,** una corriente cuya intensidad depende de su posición relativa y de la permeabilidad del medio que las separa o las une, lo que aquí, aunque paradójico, viene a ser lo mismo. El conjunto forma un **transformador.**

Para las frecuencias acústicas siempre está provisto de un núcleo que constituye un **circuito magnético.**

Este puede ser cerrado o abierto, es decir, comprender un corte o entrehierro.

Las líneas de fuerza magnéticas circulan por el metal y pasan por el entrehierro a través del aire.

Un circuito magnético presenta al paso del campo magnético una cierta resistencia. Es la **reluctancia,** la cual depende de la naturaleza del metal magnético y de la manera de estar constituido el circuito magnético.

La presencia de un entrehierro aumenta considerablemente la reluctancia.

Y basta por hoy de consideraciones teóricas. En mi próxima carta procuraré llegar a conclusiones serias.

CUARTA CARTA

ANTE LA CINTA

Proceso del registro

La cabeza y la cinta magnética forman un todo que es difícil de separar.

Comencemos por examinar el proceso de registro, el cual, por extensión del término empleado para el de los discos de gramófono, se suele denominar también grabación. Como ya te he dicho, la onda acústica crea en un punto determinado una sucesión de variaciones de la presión del aire.

Imaginamos que las cosas se desarrollan lentamente y supongamos que la presión esté a punto de aumentar. El aire pesa sobre la membrana de un micrófono, la cual, al deformarse, produce una corriente eléctrica que se propaga a través de un amplificador y pasa finalmente por una cabeza registradora (fig. 13).

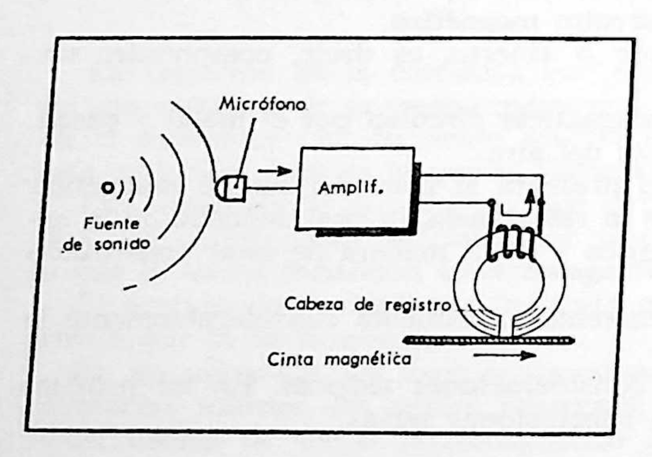


Fig. 13. — Las vibraciones sonoras, captadas por un micrófono, son transmitidas a los arrollamientos de la cabeza de registro después de su paso por un amplificador

Este paso tiene por efecto crear un campo magnético, del cual una parte discurre por el exterior, penetra hasta una cierta

profundidad en la cinta magnética y crea una zona imantada, cuya dirección depende, evidentemente, del sentido de la corriente (fig. 14).

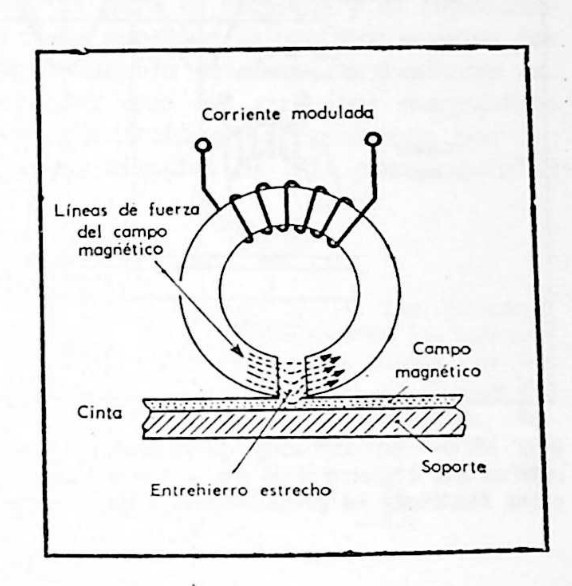


Fig. 14. — El paso de la corriente por la cabeza de registro o grabación crea un campo magnético del cual una parte sale al exterior, al nivel del entrehierro, y penetra hasta una cierta profundidad en la cinta magnética

Luego el aire se expansiona y origina una depresión o enrarecimiento. La membrana del micrófono se «comba» hacia el exterior, y el sentido de la corriente se invierte en todas las etapas del amplificador, así como en la cabeza. En consecuencia, ésta envía a la cinta un campo magnético inverso.

Pero —durante este tiempo— la cinta se ha desplazado, de modo que esta nueva zona imantada está detrás de la precedente.

El proceso se repite al pasar cada onda acústica.

A lo largo de la cinta hay, pues, una sucesión de polos N y S cuya distancia es proporcional a la longitud de la onda acústica (fig. 15).

Y ahora ha llegado el momento de hablar de esta cabeza que ya he mencionado varias veces.

La corriente eléctrica, modulada por el sonido y amplificada, llega finalmente a una bobina que rodea a un circuito magnético provisto de una rendija estrecha o entrehierro. Es este entrehierro el punto neurálgico del sistema (fig. 16).

En su interior no hay una lámina de aire, como podría creerse, sino que, por el contrario, está ocupada por una aleación de cobre (metal diamagnético) que tiene por efecto rechazar hacia el exterior el campo magnético y tiende a penetrar en la cinta magnética. Además, como función secundaria, impide que se in-

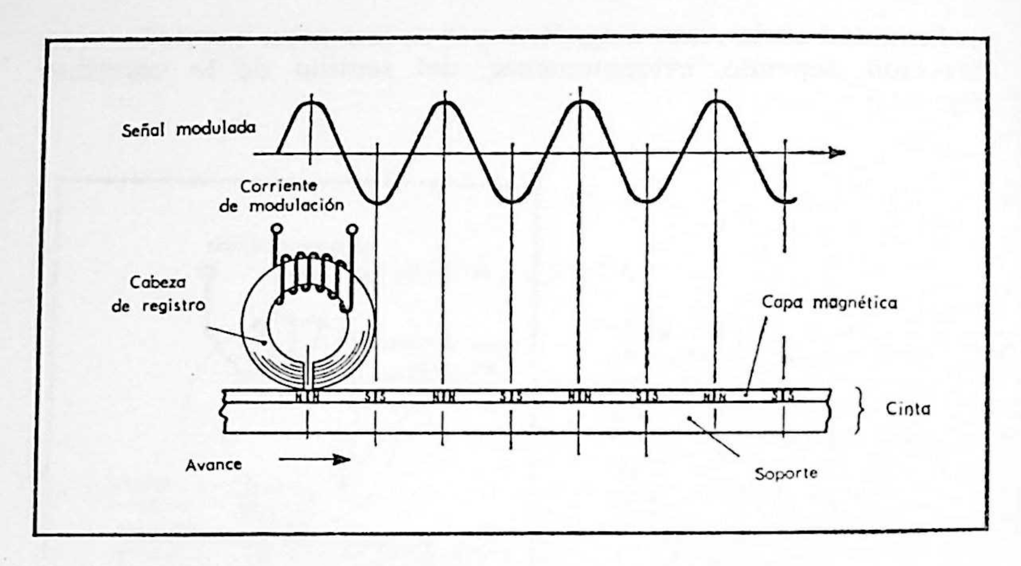


Fig. 15. — La corriente de modulación aplicada a los arrollamientos de la cabeza del registro crea en la cinta magnética una sucesión de polos N y S cuya distancia es proporcional a la longitud de onda de la señal modulada

troduzca polvo y partículas de la cinta en el entrehierro, a medida que la cinta se desgasta.

La anchura del entrehierro es de extraordinaria importancia, porque de ella depende la reproducción de las frecuencias elevadas.

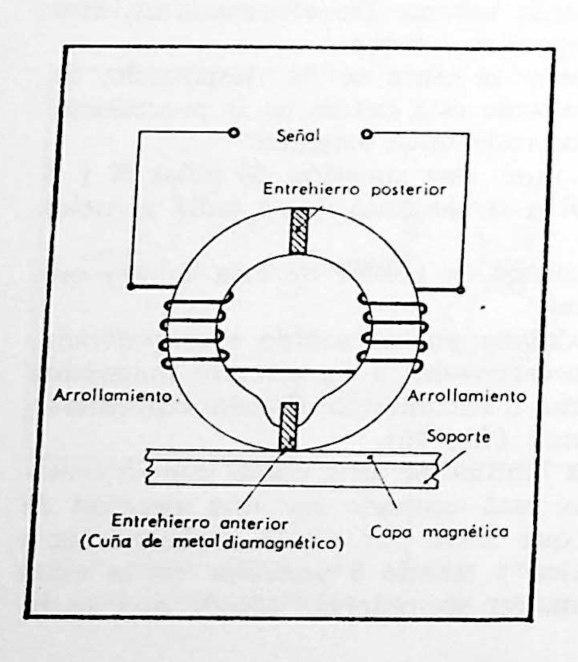


Fig. 16. — Las cabezas de registro y de lectura están constituidas por un circuito magnético de forma tórica, provista de un estrecho entrehierro anterior (de algunas micras) y de un entrehierro posterior. más ancho, llenos ambos por una cuña de metal diamagnético

Cuanto más estrecho es el entrehierro, mejor se reproducen estas frecuencias. O bien se podrá obtener la misma calidad de reproducción con velocidad más lenta de la cinta.

Una cabeza única puede servir para el registro y la reproducción. Pero en los aparatos de clase superior se prefiere separar las funciones. El registro y la reproducción se efectúan mediante cabezas separadas. Hay que señalar que los circuitos magnéticos de todas estas cabezas están constituidos normalmente por un apilamiento o paquete de chapas delgadas de alta permeabilidad (fig. 17).

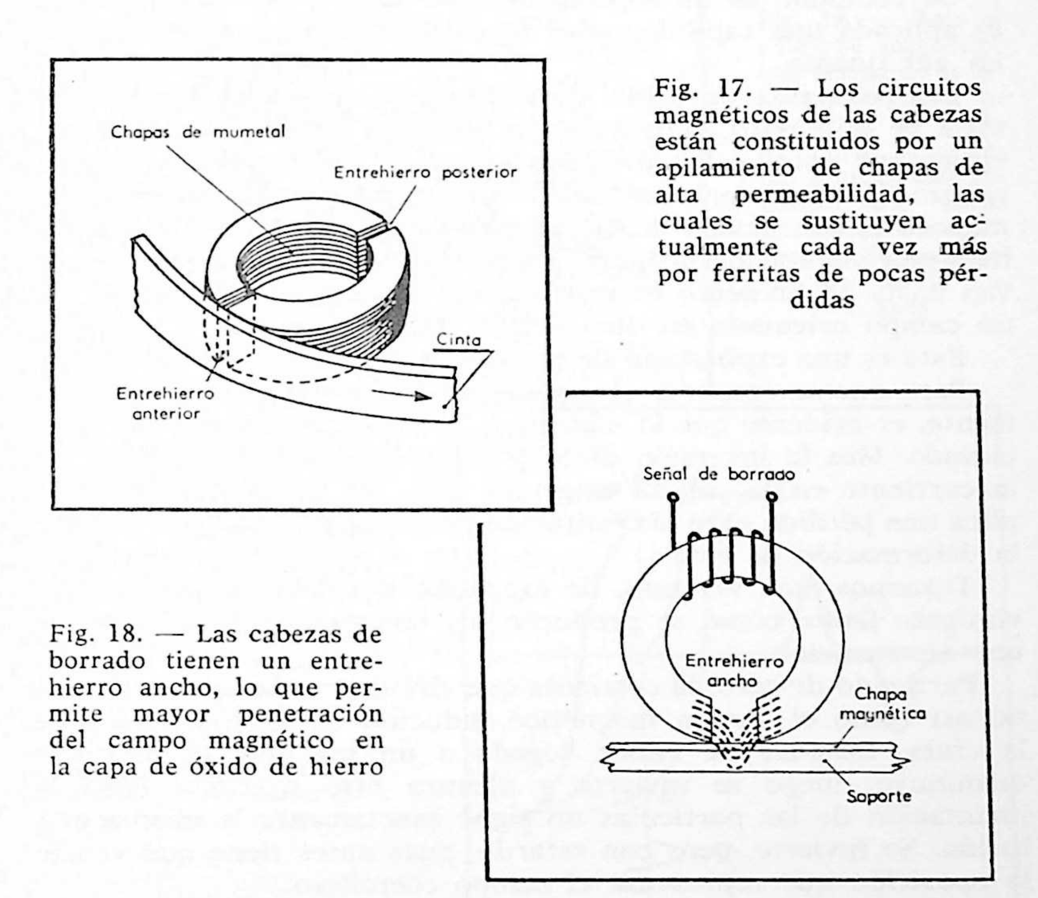


Fig. 17. — Los circuitos magnéticos de las cabezas están constituidos por un apilamiento de chapas de alta permeabilidad, las cuales se sustituyen actualmente cada vez más por ferritas de pocas pérdidas

Fig. 18. — Las cabezas de borrado tienen un entrehierro ancho, lo que permite mayor penetración del campo magnético en la capa de óxido de hierro

Porque, si bien para la reproducción conviene que el entrehierro sea todo lo estrecho que permita el proceso de fabricación, para el de registro debe ser un poco más ancho, pues esto proporciona mayor penetración del campo magnético en la chapa sensible (fig. 18).

Pero en todos los magnetófonos existe otra cabeza llamada de borrado. Más adelante nos ocuparemos de ella porque ahora tenemos que tratar de la propia cinta.

La cinta magnética

La cinta es la «memoria» del magnetófono. Recoge y conserva las «informaciones» para su ulterior restitución.

Se compone de un soporte de material plástico sobre el cual es aplicada una capa de polvo de óxido de hierro incorporado a un aglutinante.

Las partículas de óxido, cuya dimensión es inferior a la milésima de milímetro, constituyen minúsculos imanes. En el estado virgen sus polos están dirigidos en todos los sentidos y el magnetismo total es prácticamente nulo. Bajo el efecto del campo magnético que emana de la cabeza de registro, las partículas toman una imantación dirigida en un sentido particular, que conservan hasta el momento en que dicha imantación es destruida por un campo orientado en otro sentido (fig. 19).

Esta es una explicación simplista y la realidad es menos simple.

Para que se conserve el registro y no desaparezca espontáneamente, es evidente que la materia debe tener un campo coercitivo elevado. Mas la inversión de la polaridad en cada alternancia de la corriente en la cabeza exige un gasto de energía, lo que implica una pérdida para la restitución del sonido y, por consiguiente, la deformación de éste.

Tratemos, una vez más, de examinar al ralentí, o sea, en movimiento lento, cómo se producen los fenómenos en el curso de una alternancia.

Partiendo de cero, la corriente que circula por la cabeza aumenta, así como el campo magnético inducido en las partículas de la cinta. Después de haber llegado a un máximo, la corriente disminuye; luego se invierte y alcanza otro máximo. Pero la imantación de las partículas no sigue exactamente la misma evolución. Se invierte, pero con retardo, pues antes tiene que vencer la oposición que representa el campo coercitivo.

En consecuencia, una señal sinusoidal inyectada en la cinta estará afectada de una distorsión lineal (fig. 20); de aquí la necesidad de aplicar a la cinta lo que se llama la **premagnetización.**

Se trata de una corriente alterna de alta frecuencia que se superpone a la señal sonora y cuya intensidad es tal que anula el efecto del campo coercitivo.

Esta es también una explicación simplista, pero bastará para hacerte comprender la presencia indispensable de un dispositivo

particular en todo magnetófono, destinado a producir la corriente en cuestión.

Y esto nos lleva a la cabeza de borrado.

Para hacer desaparecer la inscripción magnética en la cinta y conseguir que ésta recupere su estado virgen, se le aplica una señal alterna cuya intensidad responde al nivel de saturación de las partículas.

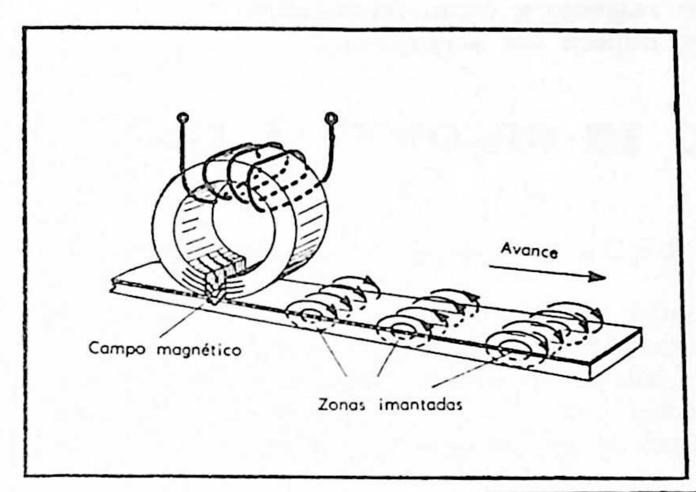


Fig. 19. — Bajo el efecto magnético que emana de la cabeza de registro, las partículas de óxido de hierro se orientan y crean una sucesión de zonas imantadas cuya dirección depende del sentido de la corriente

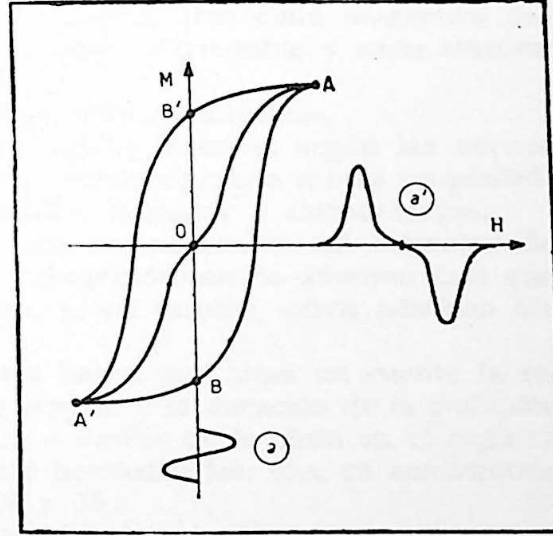


Fig. 20. — En ausencia de premagnetización, la imantación M de las partículas de óxido de hierro sigue con un cierto retardo la variación del campo magnético H. Una señal sinusoidal (a) inyectada en la cinta es, pues, afectada de una distorsión no lineal y presenta la forma (a') que se deduce de la curva de transferencia A'OA

Como esta señal «se imprime» en la cinta, es necesario que su frecuencia no sea audible. En la práctica es de 60.000 a 100.000 Hz.

Por tanto, la cinta es impregnada de esta señal antes de someterla al registro de sonido.

En el momento del registro, la cinta pasa ante la cabeza de borrado, donde se produce lo que acabo de explicarte.

Luego desfila delante de la cabeza de registro, donde recibe al mismo tiempo la señal de sonido y la que corresponde a la premagnetización; ésta tiene la misma frecuencia que la señal de borrado y proviene de la misma fuente.

Si esto te parece complicado, piensa en una labor de labranza, seguida de otra con rastrillo y luego de siembra.

Y basta por hoy. Espero tus preguntas.

QUINTA CARTA

MAS A PROPOSITO DE CINTAS

Ya esperaba que me preguntases la razón de que existan varias clases de cintas magnéticas.

En lo que interesa al usuario, éstas difieren principalmente por su espesor, del cual depende evidentemente la longitud, que se puede acomodar en una bobina de un diámetro dado.

Para una misma bobina y una misma velocidad de desfile de la cinta, la más delgada proporcionará la mayor duración de la audición.

En esto hay limitaciones mecánicas. Una cinta magnética deberá ser a la vez resistente, flexible, inarrugable y nada elástica ni extensible.

Estas son propiedades difícilmente conciliables.

Como soporte se utilizan diversas materias según las necesidades particulares, en las cuales predomina una u otra propiedad.

Existen, pues, cintas normales, delgadas y extradelgadas.

También se ha llegado a una normalización del diámetro de las bobinas o carretes. Ciertos magnetófonos no admiten más que carretes de pequeño diámetro, y, en cambio, otros admiten los modelos más grandes.

En la elección de las cintas habrá que tener en cuenta la resistencia, la comodidad de su empleo y la duración de la audición.

Las velocidades de arrastre o desfile de la cinta en el registro y la reproducción, actualmente normalizadas, son, en centímetros por segundo, 2,4 - 4,75 - 9,5 - 19 y 38.

En el estado actual de la técnica, la velocidad más baja no conviene más que para aparatos de dictar, y la más elevada apenas se utiliza, no siendo para aplicaciones profesionales.

La velocidad de 4,75 cm/s permite una reproducción de calidad comparable a la de los receptores de radio ordinarios.

La de 9,5, que no existe frecuentemente en los magnetófonos de una sola velocidad, da una reproducción que corresponde a la

TABLA I

TIPO DE LA CINTA	Diámetro de los carretes	VELOCIDAD DE DESARROLLO EN CENTIMETROS/SEGUNDO					
		19		9,5		4,75	
		Simple pista	Doble pista	Simple pista	Doble pista	Simple pista	Doble pista
Larga duración ...	76 mm	5 m 16 s	10 m 32 s	10 m 32 s	21 m 45 s	21 m 45 s	42 m 8 s
Triple duración ...		11 m 42 s	23 m 24 s	23 m 24 s	46 m 48 s	46 m 48 s	1 h 33 m
Normal	82 mm	5 m 16 s	10 m 32 s	10 m 32 s	21 m 45 s	21 m 45 s	42 m 8 s
Larga duración ...		7 m 53 s	15 m 47 s	15 m 47 s	31 m 34 s	31 m 34 s	1 h 3 m
Doble duración ...		10 m 58 s	21 m 56 s	21 m 56 s	42 m 52 s	43 m 52 s	1 h 27 m
Triple duración ...		15 m 47 s	31 m 34 s	31 m 34 s	1 h 3 m	1 h 3 m	2 h 6 m
Normal	100 mm	7 m 53 s	15 m 47 s	15 m 47 s	31 m 34 s	31 m 34 s	1 h 3 m
Larga duración ...		11 m 42 s	23 m 24 s	23 m 24 s	46 m 48 s	46 m 48 s	1 h 33 m
Doble duración ...		15 m 47 s	31 m 34 s	31 m 34 s	1 h 3 m	1 h 3 m	2 h 6 m
Triple duración ...		23 m 24 s	46 m 48 s	46 m 48 s	1 h 33 m	1 h 33 m	3 h 6 m
Normal	127 mm	15 m 47 s	31 m 34 s	31 m 34 s	1 h 3 m	1 h 3 m	2 h 6 m
Larga duración ...		23 m 24 s	46 m 48 s	46 m 48 s	1 h 33 m	1 h 33 m	3 h 6 m
Doble duración ...		31 m 34 s	1 h 3 m	1 h 3 m	2 h 6 m	2 h 6 m	4 h 12 m
Triple duración ...		46 m 48 s	1 h 33 m	1 h 33 m	3 h 6 m	3 h 6 m	6 h 12 m
Normal	147 mm	21 m 55 s	43 m 50 s	43 m 50 s	1 h 27 m	1 h 27 m	2 h 55 m
Larga duración ...		32 m 53 s	1 h 6 m	1 h 6 m	2 h 12 m	2 h 12 m	4 h 24 m
Doble duración ...		43 m 50 s	1 h 27 m	1 h 27 m	2 h 55 m	2 h 55 m	5 h 50 m
Triple duración ...		1 h 5 m	2 h 10 m	2 h 10 m	4 h 20 m	4 h 20 m	8 h 40 m
Normal	178 mm	31 m 34 s	1 h 3 m	1 h 3 m	2 h 6 m	2 h 6 m	4 h 12 m
Larga duración ...		46 m 48 s	1 h 33 m	1 h 33 m	3 h 6 m	3 h 6 m	6 h 12 m
Doble duración ...		1 h 3 m	2 h 6 m	2 h 6 m	4 h 12 m	4 h 12 m	8 h 25 m
Triple duración ...		1 h 33 m	3 h 6 m	3 h 6 m	6 h 12 m	6 h 12 m	12 h 24 m

de los discos corrientes de 45 revoluciones, y el arrastre a 19 cm/s corresponde a lo que se califica habitualmente de alta fidelidad, es decir, a la reproducción de las frecuencias del orden de 15 kHz, próximas al límite superior de audibilidad. No obstante, este resultado no se alcanza más que en los magnetófonos de alta calidad.

La tabla I indica la relación entre el diámetro de la bobina, la velocidad de arrastre y la duración de la audición para las diferentes clases de cintas más corrientemente utilizadas.

La cinta magnética utilizada en los magnetófonos corrientes tiene una anchura de 6,25 mm.

Pero, salvo para usos profesionales, el registro se efectúa raramente en toda esta anchura. En la mayoría de los casos se hace sucesivamente en dos pistas, de modo que la cinta proporciona una duración de audición doble.

Más recientemente se han construido magnetófonos en los cuales se forman cuatro pistas en la cinta. El interés de esta solución es permitir la estereofonía sin disminuir la duración de audición, con respecto a un registro simple en dos pistas.

Volveré a hablarte de esta cuestión, porque vale la pena.

Antes de continuar debo señalarte las particularidades, digamos mecánicas, de las diversas clases de cintas (tablas II a VI).

TABLA II

Diámetro de las corrientes	Longitud contenida en el carrete (m)			
	Cinta normal	Cinta de larga duración	Cinta de doble duración	Cinta de triple duración
82 mm	60	90	125	180
100 mm	90	135	180	270
110 mm	135	180	270	360
127 mm	180	270	360	540
147 mm	250	375	500	750
178 mm	360	540	720	1080

Las cintas normales se utilizan generalmente en magnetófonos en los que se pueden colocar los carretes de mayor diámetro. Son robustas, poco elásticas y prácticamente no se alargan.

Las cintas delgadas son una buena solución intermedia entre las propiedades mecánicas y la comodidad de empleo. Son las que prefiere generalmente el aficionado.

En cuanto a las cintas extradelgadas, se recomiendan sobre todo para los magnetófonos portátiles, o de pequeño tamaño, que utilizan carretes de pequeño diámetro.

Presentan el inconveniente de arrugarse fácilmente y tener una cierta elasticidad que puede influir en la calidad de la reproducción.

TABLA III

Tipo de cinta	Espesor del soporte	Espesor de la capa magnética	Espesor total
Normal	35 µm	13 µm	47 µm
Larga duración	22 µm	13 µm	25 µm
Doble duración	18 µm	9 µm	27 µm
Triple duración	12 µm	6 µm	18 µm

TABLA IV

Características dinamométricas	Espesor 37 µm			Espesor 18 µm		Espesor 12 µm
	Triacetato lisa	Triacetato pulimentada	Poliéster	Triacetato lisa	Poliéster	Poliéster
Carga en el límite de alargamiento elástico..	2,1 kg	2,1 kg	2,95 kg	1,02 kg	1,45 kg	0,96 kg
Alargamiento en el límite elástico	5 %	5 %	4 %	5 %	4 %	4 %
Carga de rotura	2,5 kg	2,5 kg	7 kg	1,25 kg	3,4 kg	2,25 kg
Alargamiento en la rotura	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %
Alargamiento elástico bajo una carga de 1 kg.	1,7 %	1,7 %	0,9 %	2,3 %	1,4 %	2,8 %

TABLA V

Características dinamométricas	Espesor soporte 37 µm	Espesor soporte 25 µm
Carga en el límite de alargamiento elástico	1,8 kg	1,2 kg
Alargamiento en el límite elástico	2,4 %	2,4 %
Carga de rotura	3,85 kg	2,6 kg
Alargamiento en la rotura	35 %	35 %
Resistencia al desgarramiento	60	40
Alargamiento elástico bajo una carga de 1 kg	1,15 %	1,7 %

TABLA VI

Propiedades mecánicas	Polivinilo	Poliéster
Anchura de la cinta	6,25 mm	6,25 mm
Espesor de la cinta	35 µm	35 µm
Espesor de la capa	13 µm	13 µm
Carga de rotura	2 kg	3,5 kg
Alargamiento elástico bajo una carga estática de 0,7 kg	< 1,3 %	< 0,8 %
Alargamiento elástico bajo una carga estática de 0,7 kg	0,1 %	0,1 %
Alargamiento elástico bajo un esfuerzo brusco:		
De 1,7 kg para el polivinilo	0,1 %	
De 2,3 kg para el poliéster		0,1 %
Temperatura admisible	± 50 °C	— 50 °C + 75 °C
Humedad relativa	100 %	100 %

Pero de esto te darás cuenta muy pronto cuando seas un entusiasta del registro magnético.

Entretanto, prepárate a entrar conmigo en el dédalo de la mecánica.

SEXTA CARTA

PARTE MECANICA

Seguramente no te sorprenderá que te diga que en todo magnetófono el mecanismo destinado al arrastre de la cinta magnética tiene una importancia considerable.

Esto se comprende fácilmente. En efecto, si el conjunto encargado de esta función no puede asegurar una velocidad rigurosamente uniforme, el resultado será la modificación de la altura de los sonidos reproducidos, originando un fenómeno muy desagradable: el lloriqueo.

Tú mismo podrás tener un ejemplo frenando más o menos con la mano un disco en tu tocadiscos.

En la práctica, este problema del arrastre de la cinta a velocidad constante se complica porque la bobina receptora, a causa de la fuerte variación de su diámetro de carrete, no puede ser utilizada directamente para el arrastre de la cinta.

Si así fuese, se obtendría una variación de velocidad enfrente de las cabezas de lectura o de registro, y la calidad de reproducción sería gravemente afectada.

Es, pues, obligado recurrir a un dispositivo de arrastre de la cinta magnética, independiente del de arrollamiento del carrete receptor.

Actualmente se ha llegado a una normalización en esta cuestión, estando animada la cinta magnética de un movimiento de izquierda a derecha. Sale del carrete alimentador, situado a la izquierda de la platina del magnetófono, luego pasa ante las cabezas de borrado, de registro y de reproducción, después pasa por el mecanismo de arrastre y, finalmente, se arrolla en el carrete receptor de la derecha.

El arrastre

Me preguntas cómo está constituido este mecanismo. Tranquilízate, es bastante sencillo y su construcción apenas varía de un tipo a otro de magnetófono.

En la mayoría de los casos se compone de un eje vertical (llamado también cabrestante), solidario de un pesado volante equilibrado —destinado a regularizar la velocidad de rotación del conjunto— y de un rodillo presor revestido de caucho, que mantiene a la cinta magnética apoyada contra el eje mencionado.

Contrariamente a lo que se podría pensar, el arrastre del cabrestante no se realiza directamente por el motor. Un sistema desmultiplicador —de correa o de polea intermediaria— se intercala entre el cabrestante y el eje considerado.

Se hace esto por dos razones. La primera porque —teniendo en cuenta el régimen de rotación (1.400 r. p. m. aproximadamente) de los motores habitualmente utilizados— un arrastre directo con velocidad igual a 19 cm/s exigiría un cabrestante de diámetro muy pequeño (< 3 mm), que sería difícil fabricar con precisión y muy frágil. A velocidades inferiores (9,5; 4,75; 2,4 cm/s) la sección de «la aguja» de arrastre debería ser tan pequeña que sería prácticamente imposible construirla.

Tampoco hay que olvidar que, reduciendo excesivamente la sección del cabrestante, se disminuye en la misma relación la superficie de contacto; entonces habrá riesgo de patinamiento de la cinta, que no se puede eliminar más que aumentando la fuerza de apoyo de la polea prensora... con el consiguiente riesgo de deformar irremediablemente el eje de arrastre.

La segunda razón de la adopción de un sistema de desmultiplicación es también fácil de comprender. Son pocos los magnetófonos que no están previstos para varias velocidades de arrastre. En estas condiciones, basta una pequeña variación en el montaje para obtener diferentes relaciones de desmultiplicación y, por consiguiente, varias velocidades de arrastre.

La solución que más frecuentemente se adopta es la polea intermediaria, la cual, por ejemplo, puede ser ajustable en altura y apoyarse por un lado en la periferia del volante regulador de velocidad y por otro en una polea graduada, de sección variable, directamente enchavetada en el eje del motor (fig. 21).

Como antes te digo, este arrastre de la cinta a velocidad constante lo proporciona un dispositivo que permite la obtención de una velocidad decreciente de enrollamiento de la cinta en el carrete receptor.

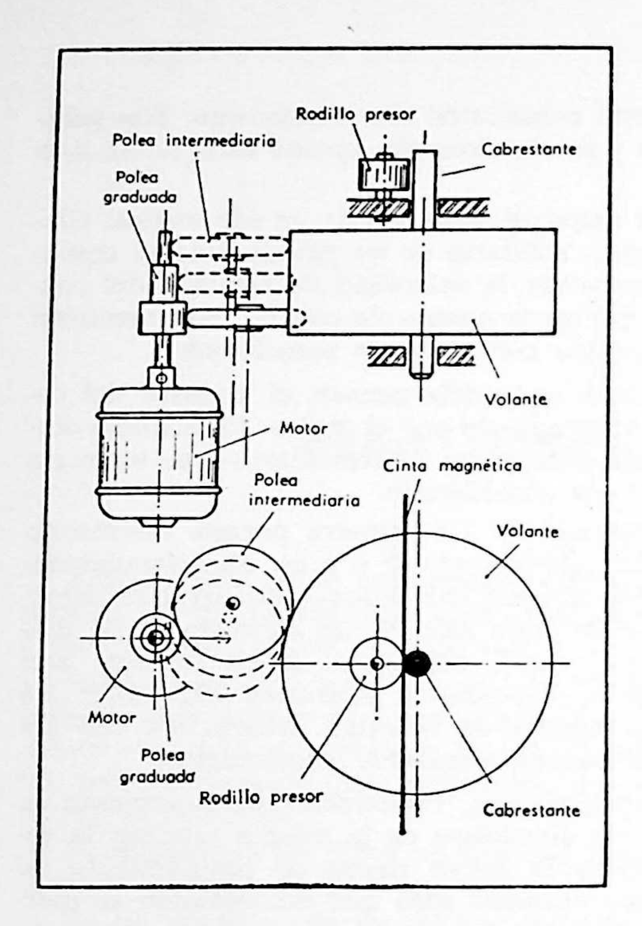


Fig. 21. — Cortes esquemáticos de un dispositivo de arrastre de tres velocidades

Naturalmente, los procedimientos que se emplean dependen del número de motores utilizados en el magnetófono, adelante o atrás.

Monomotor...

Consideremos primero el caso más sencillo, al menos en apariencia: el del aparato monomotor. Por medio de poleas o de rodillos el motor de arrastre actúa en dos embragues: uno que gira en sentido inverso al del cabrestrante y dispuesto sobre el eje del carrete alimentador, y el otro dispuesto sobre el eje del carrete receptor y que gira en el mismo sentido que el cabrestante (figs. 22 y 23).

Estos dos embragues están completados por un dispositivo de fricción que permite —en posición de arrastre normal— un

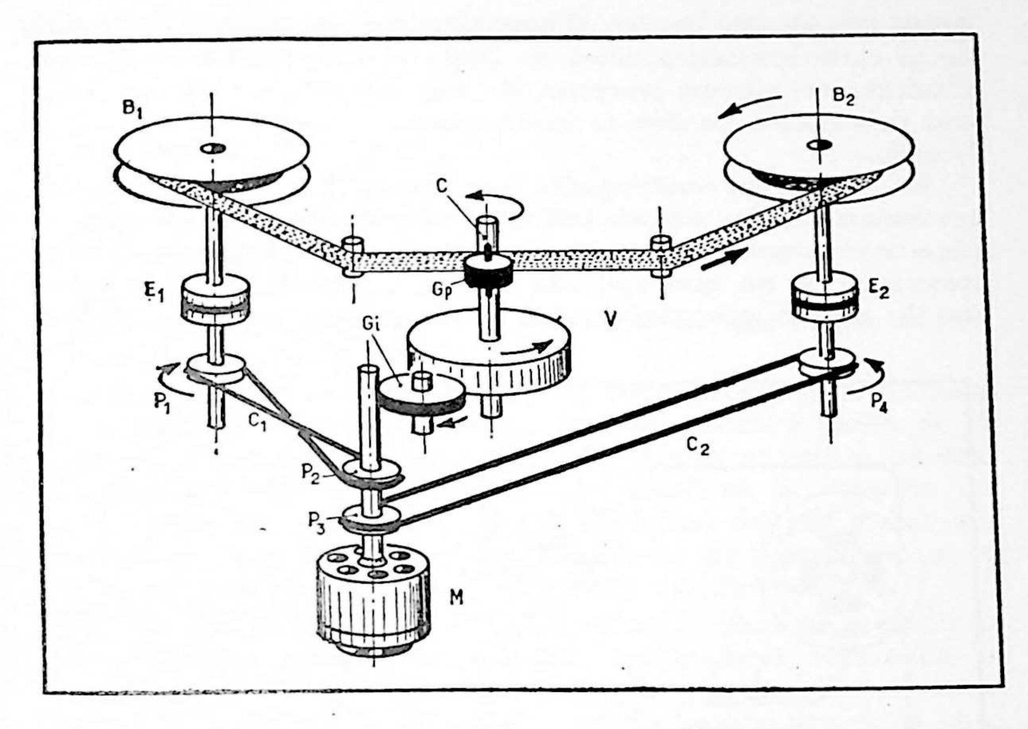


Fig. 22. — Mecanismo de arrastre de un magnetófono monotor: M, motor de avance; P_1, P_2, P_3, P_4, poleas de transmisión; C_1 y C_2, correas: E_1, E_2, embragues y acoplamientos a fricción; G_p, rodillo presor; C, cabrestante; V, volante; B_1, carrete alimentador; B_2, carrete receptor

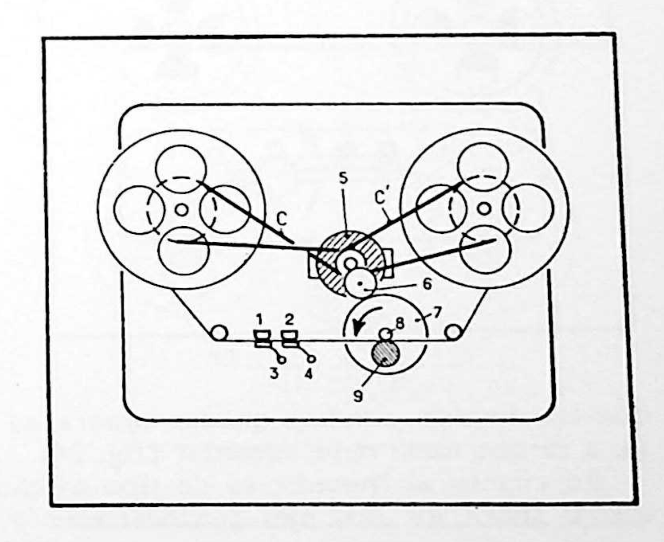


Fig. 23. — Aspecto general de una platina de magnetófono monomotor. En 1 y 2, cabezas magnéticas; en 3 y 4, patines de fieltro; en 5, motor de arrastre; en 6, polea intermediaria; en 7, volante; en 8, eje del cabrestante. C y C' son las correas de transmisión

ligero frenado del carrete alimentador (lo que asegura la tensión de la cinta magnética antes de llegar al cabrestante) y el deslizamiento del carrete receptor. No hay que olvidar que la velocidad de rotación de éste es inversamente proporcional a la de su llenado.

En la posición «embragada», uno u otro de los ejes portacarretes es arrastrado a gran velocidad por el motor y entonces se obtiene el avance o retroceso rápidos. En estos dos casos la cinta magnética ya no está aplicada contra el eje de arrastre por el rodillo presor, adoptándose las disposiciones convenientes para

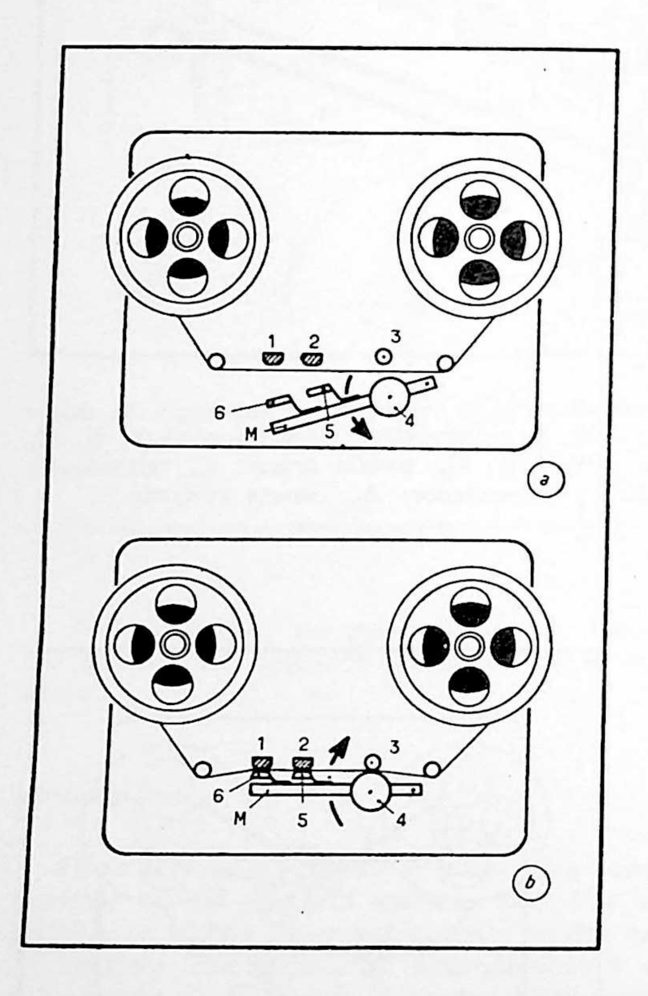


Fig. 24. — Posición de la cinta: (a), en arrastre o desfile acelerado (rebobinado rápido en avance o retroceso); (b), en arrastre normal. En este caso la cinta magnética es aplicada contra las cabezas de borrado (1) y registro - lectura (2) por medio de los patines de fieltro (5-6). Estos, montados sobre láminas resorte, son solidarios de la pieza móvil M, portadora del rodillo presor (4). En (3) el eje vertical (cabrestante) de arrastre de la cinta

que las diversas cabezas queden separadas del trayecto de la cinta, a la que nada debe retardar (fig. 24).

En cuanto al frenado, es de tipo mecánico. Actúa simultáneamente sobre los dos ejes portacarretes y está sincronizado, así

como en la posición «desembragado», con el mando de parada del rebobinado.

...¿o multimotor?

Algunos constructores adoptan la solución del motor único y por el contrario, otros alardean de que sus aparatos están provistos de dos e incluso tres motores.

Cada solución tiene sus pros y sus contras, por lo que es difícil decidir cuál es la mejor.

Los conjuntos monomotor son de construcción más económica, al menos los de serie. En cambio, la puesta a punto de su dispositivo mecánico es más delicada, siendo necesario adoptar precauciones para evitar que la estabilidad de la rotación del motor único no sea afectada por la variación del par motor que requiere el carrete receptor. El coeficiente de rozamiento en el bobinado es proporcional al llenado del carrete receptor.

Si para el arrastre normal de la cinta y para el bobinado y las velocidades rápidas se emplean dos motores separados, se resuelven algunos de los problemas que plantean las construcciones de motor único, principalmente la del arrastre de la cinta a velocidad rigurosamente constante. Sin embargo, se plantean otros relativos a las correas, embragues, rozamientos, etc.

Con los conjuntos de tres motores iguales se solventan estas dificultades, porque los carretes alimentador y receptor están montados en soportes directamente acoplados sobre los ejes de los motores de rebobinado (fig. 25).

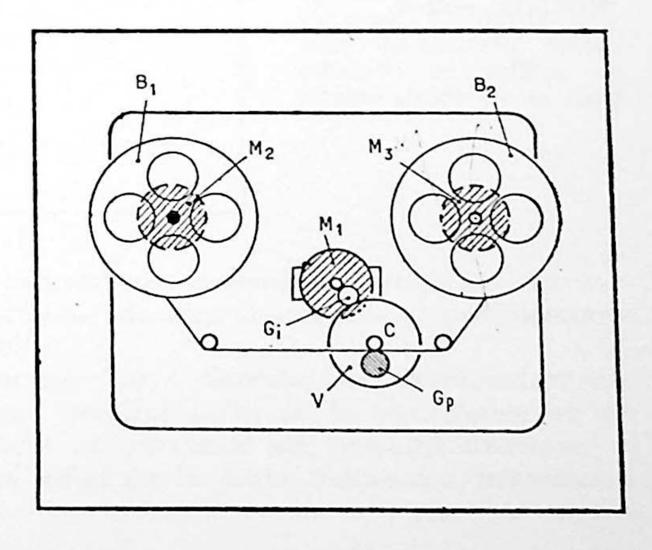


Fig. 25. — Esquema simplificado de una platina de tres motores; M1, motor de arrastre; M2 y M3, motores de retroceso y avance rápidos; V, volante; C, cabrestante; Gp, rodillo presor; Gi, polea intermediaria

En estas condiciones, el tiempo de rebobinado de una cinta puede ser reducido considerablemente, siendo la velocidad de rebobinado la del motor que para ello se emplea, o sea 1.000 r. p. m.

El montaje de tres motores permite simplificar los problemas que originan la retención del carrete alimentador, el deslizamiento del carrete receptor y el frenado del conjunto al final del rebobinado rápido.

Cuando la cinta desfila normalmente, el carrete receptor tiene que patinar para compensar la variación de la velocidad de enrollamiento de la cinta.

En el caso que ahora nos interesa se trata de hacer que patine el motor calado sobre el eje correspondiente al carrete receptor. Y esto se logra muy fácilmente, alimentando el motor con corriente alterna cuya tensión disminuye la mitad con respecto a la normal. Así se obtiene un par motor reducido, pero, no obstante, suficiente para asegurar el enrollamiento de la cinta a velocidad regularmente decreciente.

En cuanto a la retención del carrete alimentador, se realiza de manera muy sencilla mediante la aplicación de una pequeña tensión continua a los bornes de los arrollamientos del motor.

Este mismo procedimiento es el que se utiliza para frenar los diversos motores a las velocidades rápidas de rebobinado adelante o atrás.

Esta es la solución ideal que habitualmente se encuentra en los aparatos de clase profesional. Su único defecto es que suele ser más cara que las otras.

A este respecto te dejo reflexionar, porque tendrás necesidad de hacerlo para «digerir» toda esta mecánica antes de nuestra próxima sesión.

SEPTIMA CARTA

CUESTIONES DE ELECTRONICA

Hasta aquí hemos tratado principalmente de magnetismo, cabezas, cintas, etc. Pero ahora tenemos que ocuparnos de la electrónica.

Ya te he dicho que en todo magnetófono tiene que haber necesariamente un dispositivo particular destinado a producir una corriente de premagnetización y utilizado también para borrar las señales registradas (fig. 26).

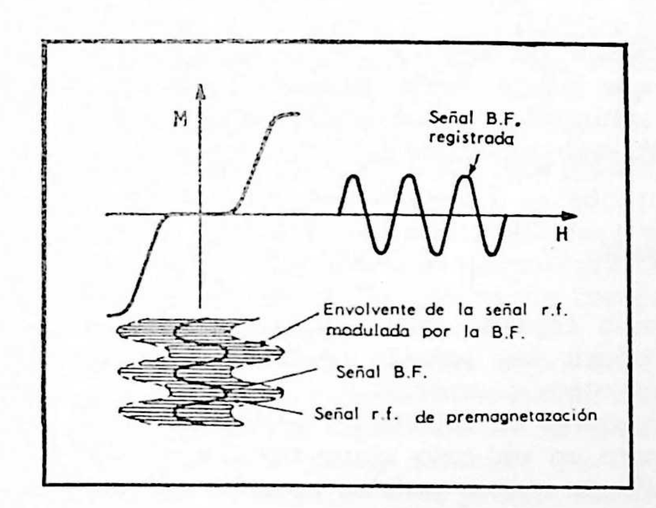


Fig. 26. — Gracias a la señal de premagnetización engendrada por un oscilador de alta frecuencia el registro de la señal de baja frecuencia se puede efectuar linealmente, siendo rebasado el umbral de magnetización de la cinta

Este dispositivo, encargado de engendrar una señal ultrasonora, consiste en un oscilador de alta frecuencia, y posiblemente ya habrás pensado en ello.

El oscilador ultrasonoro, cuya función es extremadamente importante, es la primera manifestación de la electrónica en un magnetófono. En ausencia de corriente de premagnetización, la inscripción de cualquier señal en la cinta magnética presentaría grandes dificultades.

En efecto, si nos limitásemos a inyectar en la cabeza de registro la única de modulación, se observaría una fuerte distorsión en el momento de la reproducción, ya que no teniendo lugar la magnetización de la cinta más que a partir de un cierto nivel o umbral, únicamente las «puntas» de la señal darían lugar a una inscripción en ella (fig. 27).

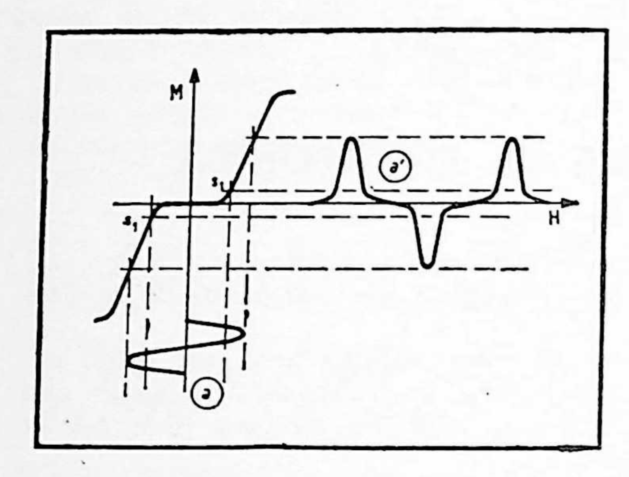


Fig. 27. — La magnetización de la cinta, bajo el efecto de la señal de modulación (a), sólo tiene lugar a partir de un cierto umbral (S1 o S2), y sólo serán registradas linealmente las crestas de la señal. Para remediar este defecto se emplea una tensión de alta frecuencia para la premagnetización

Además, sin este oscilador de ultrasonidos sería difícil, cuando no imposible, hacer que las partículas magnéticas de la cinta adquiriesen su máxima saturación, y, por consiguiente, «desorientarlas» y borrar así todo vestigio de un registro anterior.

Amplificadores & Compañía

Para registrar el sonido captado, por ejemplo, mediante un micrófono, o para reproducir las señales inscritas en la cinta magnética, son necesarios otros accesorios.

Estos son los amplificadores de registro y de lectura.

Tienen por objeto, tanto en un caso como otro, elevar el nivel de la señal inicial a fin de que se puedan modular a fondo el soporte o excitar convenientemente el altavoz.

Asimismo, deben permitir aportar diversas correcciones, a fin de tener en cuenta la característica no lineal de la cinta magnética.

Con esto sabes lo suficiente para establecer el esquema tipo de la parte electrónica de un magnetófono.

En la práctica se emplean dos ramas distintas de amplificación, una reservada a la inscripción de la señal en la cinta, y la otra a su lectura. Naturalmente, no hay que olvidar el oscilador

de alta frecuencia, o a.f., que proporciona las tensiones de borrado y de premagnetización.

Así se llega a un esquema con tres cabezas y dos amplificadores especiales (fig. 28).

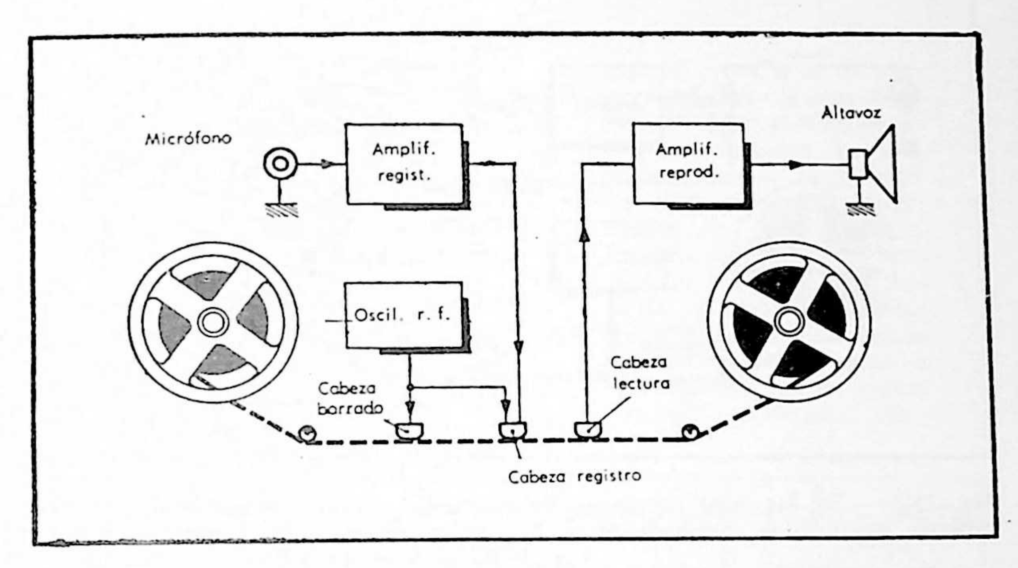


Fig. 28. — Esquema tipo de un magnetófono con amplificadores de grabación y lectura separados. Se utilizan tres cabezas magnéticas

No creas que este esquema sea puramente teórico. Casi todos los magnetófonos profesionales lo adoptan en líneas generales.

Y esto por dos razones evidentes: porque simplifica extraordinariamente las diversas conmutaciones y porque se pueden ajustar óptimamente las curvas de compensación de los amplificadores en cuestión.

Además, y esto es lo más importante, estando separadas las dos cadenas de amplificación se puede controlar instantáneamente la señal realmente registrada en la cinta.

Esta no es la única solución. En los aparatos corrientes, y por razones de espacio y de precio, sólo hay un amplificador, que se utiliza para el registro y la lectura, y está asociado a una cabeza combinada (fig. 29).

Así son la mayoría de los magnetófonos que se encuentran en el comercio. Esta simplificación de la parte electrónica, si bien tiene ciertas ventajas no despreciables, da resultados de peor calidad y las conmutaciones son mucho más complicadas. Además, no permite el control inmediato de la señal registrada en la cinta.

Sin embargo, estos inconvenientes tienen la contrapartida de una reducción importante del número de los circuitos amplifica-

dores... y del consumo, lo que es muy importante en los aparatos portátiles.

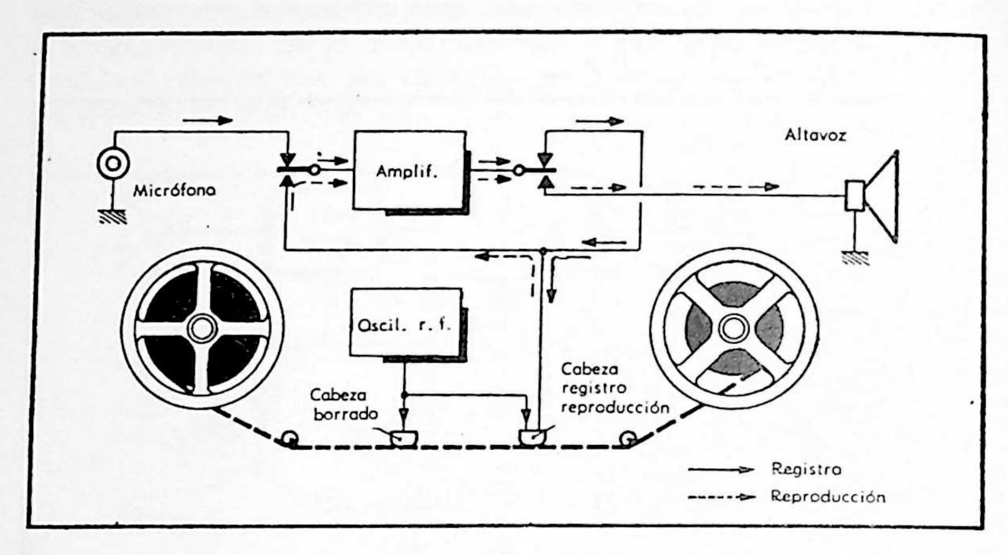


Fig. 29. — En las construcciones simplificadas no se utilizan más que dos cabezas magnéticas combinadas y un único amplificador para el registro y la lectura

En esta última categoría, gracias a ciertos artificios de conmutación, es incluso posible utilizar la etapa de salida alternativamente como amplificador y como oscilador de alta frecuencia.

Correcciones

La inscripción y la reproducción de una señal en la cinta magnética no se efectúa tan sencillamente como mi exposición podría hacerte creer. Los amplificadores de registro y de lectura deben ser construidos de manera que permitan ciertas correcciones.

Cuando se inscribe en una cinta magnética una señal de corriente constante en función de la frecuencia, y luego se procede a su lectura, se observa que la respuesta no es una recta, como se podría esperar normalmente, sino que tiene una parte curva (figura 30).

Esto se explica teniendo en cuenta que las cabezas de registro y de lectura presentan una cierta autoinducción cuya impedancia varía proporcionalmente a la frecuencia.

Y esto es lo que ocurre realmente, al menos hasta una cierta frecuencia, determinada por la constitución del soporte y la velo-

cidad de arrastre de la cinta (fig. 31). Entonces se observa que el nivel de salida se duplica cuando la frecuencia es doble. Esta variación es prácticamente lineal y da lugar a una pendiente del orden de 6 dB por octava.

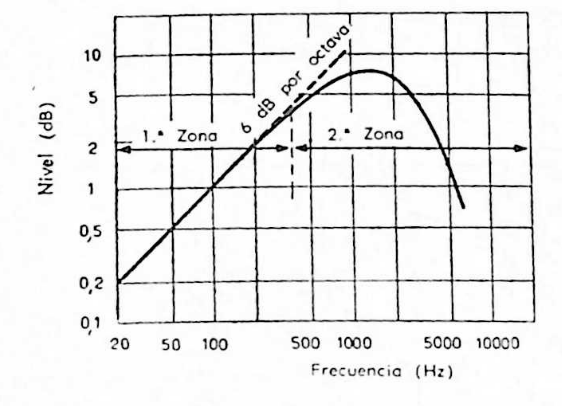


Fig. 30. — Curva de respuesta de un registro magnético efectuado con corriente constante. En una primera zona, la tensión de salida aumenta regularmente con la frecuencia. En una segunda zona esta tensión se debilita a causa de las diversas pérdidas debidas a la desimantación espontánea de la cinta, a la influencia de la anchura del entrehierro, etc.

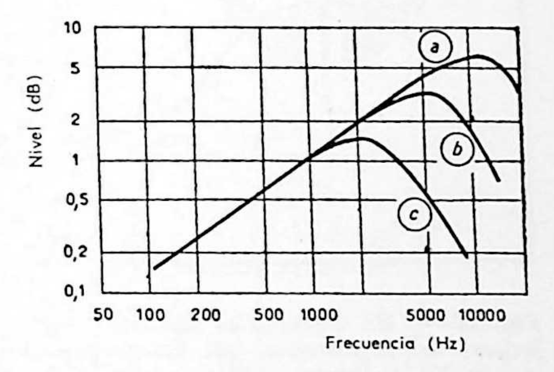


Fig. 31. — Curva de respuesta magnética obtenida con corriente constante, pero con velocidades de arrastre variables: (a), a 19 cm/s; (b), a 9,5 cm/s; (c), a 4,75 cm/s

Pero, pasada una cierta zona, la tensión de salida, después de haber aumentado regularmente en función de la frecuencia, disminuye rápidamente.

Esta caída de la tensión de salida, bastante rápida, origina un cierto número de pérdidas, tanto más importantes cuanto mayor es la frecuencia.

En primer lugar se originan las pérdidas debidas a la desimantación espontánea y que se pueden explicar por el hecho de que las pequeñas partículas de óxido imantadas se desimantan en parte por el campo propio de las partículas vecinas. Siendo este efecto tanto más acusado cuanto más cortas son las partículas imantadas —y cuanto más pequeña es la longitud de onda de la señal registrada— se comprende que las frecuencias reproducidas resulten tanto más afectadas cuanto más elevadas sean.

Después hay las pérdidas debidas a la anchura del entrehierro. También son proporcionales a la frecuencia, y el flujo máximo captado por la cabeza de lectura disminuye cada vez más cuando la longitud de onda de la señal es más pequeña.

En el límite, es decir, cuando la anchura del entrehierro es igual a la longitud de onda de la señal, ya no es posible la reproducción porque las variaciones sinusoidales del flujo magnético se compensan (fig. 32).

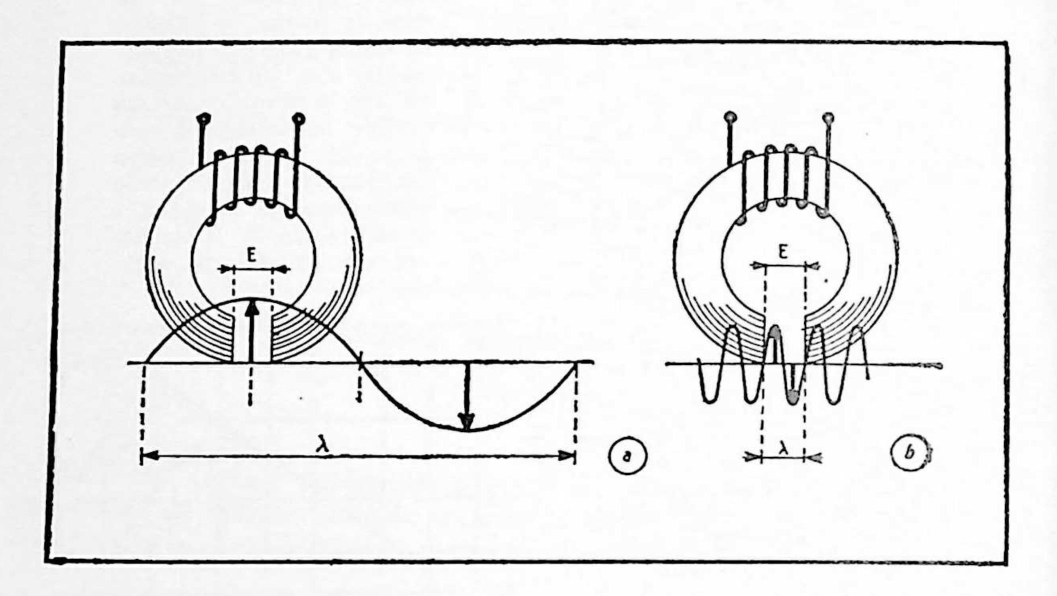


Fig. 32. — En frecuencias medias y bajas, el flujo captado por la cabeza de lectura es importante (a). En frecuencias elevadas, disminuye progresivamente. En el límite, es decir, cuando la anchura del entrehierro (E) es igual a la longitud de onda (λ) de la señal, las variaciones sinusoidales del flujo magnético llegan a compensarse y no es posible la reproducción (b)

Para esto el remedio sería aumentar la velocidad de la cinta o disminuir la anchura del entrehierro, pero su aplicación está limitada por razones económicas y tecnológicas, y entonces lo que se hace es recurrir a una compensación eléctrica de la curva de registro (fig. 33).

Esta compensación, que se efectúa a la vez en las frecuencias bajas y en las frecuencias elevadas, se aplica en general en los amplificadores de registro y de reproducción.

Prácticamente consiste en dotar a éstos de una curva de respuesta complementaria de la curva magnética.

La compensación se efectúa casi siempre en dos etapas; primero se refuerzan las frecuencias elevadas en el registro y luego se actúa sobre las frecuencias bajas en la lectura (fig. 34).

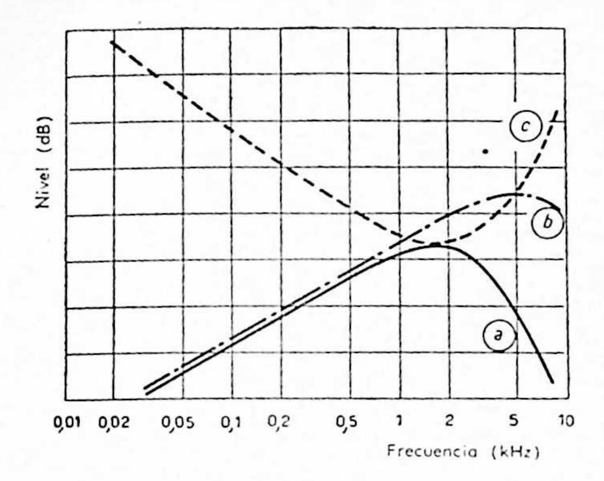


Fig. 33. — En (a) curva de respuesta tipo de un registro efectuado con corriente constante y a una velocidad dada. En (b) curva de respuesta del mismo registro, pero efectuado a velocidad de arrastre mayor. En (c) curva de respuesta de los diversos circuitos amplificadores destinados a compensar exactamente la curva *a*

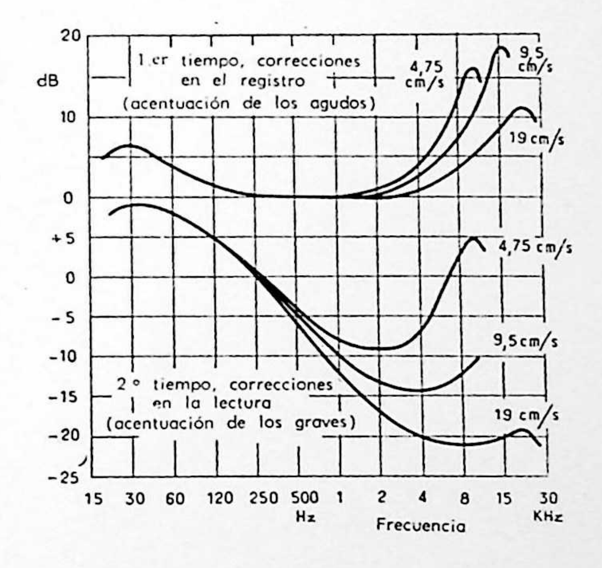


Fig. 34. — La compensación de las diferentes frecuencias se efectúa en dos etapas: en un primer tiempo (registro) se procede al refuerzo o acentuación de las frecuencias agudas (más o menos según la velocidad de arrastre); en un segundo tiempo (lectura) se actúa sobre las frecuencias bajas, reforzándolas, es decir, acentuándolas

La regla no es inmutable y hay veces en que las correcciones se aplican simultáneamente a las frecuencias altas y bajas en el registro y en la reproducción.

Cuando el magnetófono tiene varias velocidades de trabajo es necesario modificar cada vez las compensaciones, principalmente

para tener en cuenta el desplazamiento del punto de inflexión de la característica de registro en las frecuencias más altas a medida que aumenta la velocidad de la cinta.

Y con esto está dicho todo lo que hay que saber sobre esta cuestión, o casi todo. La próxima vez trataremos de una cuestión menos ardua.

OCTAVA CARTA

CONSIDERACIONES PRACTICAS

Ya posees los conocimientos suficientes para comprender el funcionamiento de un magnetófono.

Pero para tu mayor satisfacción es necesario que te aclare ciertos puntos que han quedado en la sombra hasta ahora.

Fidelidad

En lo que te he dicho acerca de las cintas magnéticas he mencionado, aunque muy por encima, la relación existente entre la calidad de audición y la velocidad de desfile de la cinta.

También has aprendido las razones de que esta calidad sea tanto mejor cuanto más elevada es la velocidad de la cinta.

Pero todavía no te he dicho cuáles son los límites de las frecuencias extremas reproducidas.

Naturalmente, sólo se pueden dar valores medios, pero éstos son suficientes para tener idea de las posibilidades del registro magnético (fig. 35).

A la velocidad normalizada más baja (2,4 cm/s), la gama de las frecuencias reproducidas sin atenuación notable se extiende de 50 a 4,500 Hz. Esta velocidad es muy apropiada para el registro de cartas dictadas, charlas, etc. No es conveniente para grabación de la música.

A 4,5 cm/s la grabación ya es mejor, puesto que el límite superior de las frecuencias reproducidas está situado en las proximidades de 8.000 Hz. Puede servir esta velocidad para el registro de una música de fondo siempre que no se sea muy exigente sobre la calidad.

En efecto, las dos velocidades realmente destinadas a la grabación y reproducción de la música son las correspondientes a un desfile de la cinta de 9,5 cm/s y 19 cm/s, de las cuales la primera

permite la reproducción de frecuencias hasta de 12.000 Hz, y la segunda de hasta 16.000 Hz aproximadamente.

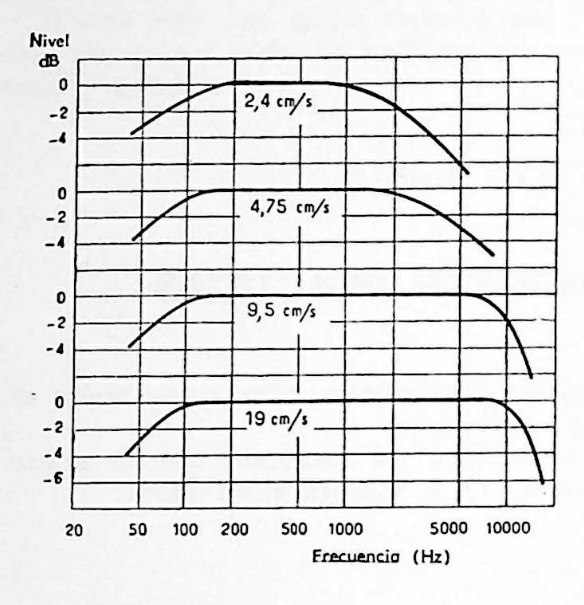


Fig. 35. — Curvas de respuesta tipo (registro + lectura) obtenidas en función de las velocidades de arrastre utilizadas

Esto se expresa gráficamente por medio de una curva de respuesta. Cuando se establece tal curva, las diferentes frecuencias reproducidas se indican como abscisas y las relaciones de intensidad sonora —expresadas en decibelios— se indican como ordenadas.

Al proceder así se tiene en cuenta el comportamiento del oído, ya que la impresión de la intensidad sonora aumenta como el logaritmo de esta intensidad. Por esta razón se prefiere expresar la relación o razón aritmética de las intensidades sonoras por medio de sus logaritmos vulgares, o sea, decimales, y por eso te encuentras con estos famosos decibelios de que te hablado.

Si bien, en la práctica, la calidad de la reproducción de un magnetófono es tanto mejor cuanto más regular y más grande es la curva de respuesta eléctrica (*) —a una velocidad dada de la cinta—, esto no quiere decir que con eso el oído quede plenamente satisfecho. Me explicaré.

La impresión de intensidad sonora depende en efecto, y en gran parte, de la altura del sonido percibido y de su intensidad física. Esto es lo que expresan las célebres curvas de Fletcher y Munson, de las que ya hemos hablado (fig. 36).

(*) A este respecto se habla también de "banda de paso".

Por esto un sonido puro muy intenso produce prácticamente la misma impresión de potencia entre 40 Hz y 10.000 Hz, a igualdad de presión acústica.

Por el contrario, si se reduce gradualmente esta presión acústica, la impresión de intensidad sonora disminuye rápidamente a una y otra parte de la zona de sensibilidad máxima del oído (entre 2.000 y 4.000 Hz), y las frecuencias extremas antes percibidas (o sea, de 40 Hz y 10.000 Hz) resultan pronto inaudibles.

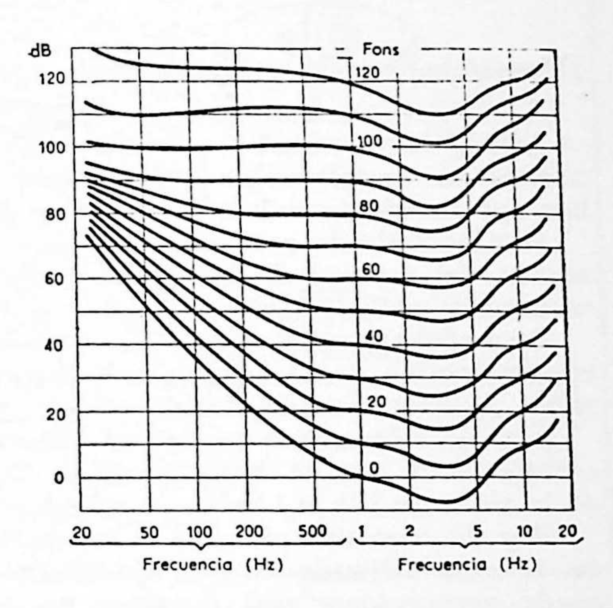


Fig. 36. — La impresión de intensidad sonora depende en gran parte de la altura del sonido percibido y de su intensidad física. Esto es lo que expresan las curvas de Fletcher y Munson

Esto te explicará la razón de que, en una habitación —en que el nivel medio de escucha es muy inferior al de una sala de conciertos—, sea necesario utilizar los mandos previstos por el constructor para restablecer el equilibrio original entre las diversas frecuencias, a fin de elevar el nivel de los graves y de los agudos.

Por una razón inversa, cuando se trata de la reproducción de pasajes hablados —los cuales son a menudo efectuados a un nivel superior al de captación del sonido original— el oyente tendrá que reducir el nivel de los sonidos graves.

En los aparatos de calidad no es raro encontrar un mando, llamado de efecto fisiológico, acoplado con el que se permite el ajuste de ganancia del amplificador de reproducción.

De esta manera, regulando a su gusto la potencia sonora transmitida por el altavoz o los altavoces, el usuario obtiene automáticamente una curva de respuesta en la que se tiene en cuenta, en principio, la sensibilidad particular del oído humano.

Puedes poner la objeción de que procediendo de este modo se deforma la curva de respuesta global, que debe ser todo lo lineal posible.

Esto es cierto, pero, desgraciadamente, no se puede proceder de otro modo; a no ser que se acepte que el oído, como antes te digo, no quede totalmente satisfecho. De todos modos, el oyente tiene que resignarse, aunque lo que busca, ante todo, es volver a crear la ilusión de la sala de concierto.

¿Monopista, bipista o cuadripista?

Siendo la velocidad de desfile de la cinta el elemento predominante en la calidad de la reproducción sonora, los técnicos se han apresurado a resolver el problema de la duración del registro.

Han encontrado soluciones actuando a la vez sobre la disminución del espesor de las cintas y sobre la multiplicación del número de pistas inscritas.

Para ello han tenido que vencer muchas dificultades y recorrer mucho camino desde los primeros aparatos monopista que utilizaban la cinta llamada «standard».

A título informativo te diré que la duración de registro de un carrete de 18 cm. de diámetro (que corresponde a una longitud de la cinta de 350 m.) no era a 19 cm/s más que de 30 minutos.

Hoy día, con una cinta de doble duración, este mismo carrete de 18 cm., utilizado en un magnetófono de cuatro pistas, nos puede proporcionar una duración de audición de dos horas, y esto siempre a 19 cm/s.

Naturalmente, la evolución se ha hecho por etapas. A los aparatos monopista (fig. 37 **a**) han sucedido muy rápidamente los aparatos bipista, en los cuales el registro o grabación sólo se hace en la mitad de anchura de la cinta «standard» de 6,25 mm. (figura 37 **b**).

En esta técnica, que proporciona doble duración de audición que la precedente, el registro de la cinta se efectúa en dos tiempos; en la primera pasada sólo se registra la mitad superior de la cinta. Para obtener la inscripción de la señal en la segunda mitad de la cinta es necesaria una segunda pasada, que se realiza después de invertir las bobinas.

Entretanto, ha llegado la estereofonía, la cual, como tú sabes, necesita el registro de los sonidos en dos pistas distintas.

Naturalmente, en los primeros magnetófonos estereofónicos estas grabaciones se realizaron por medio de una cabeza doble, cada una de cuyas secciones ocupaba la mitad de la anchura de la cinta magnética (fig. 37 **c**). Evidentemente, no se podía invertir

la cinta, como en monofonía, y las dos pistas se registraban y se leían con un sentido único de avance de la cinta.

Lo malo fue que con tales sistemas de registro volvió a plantearse el problema de la duración, lo mismo que en la época de los aparatos unipista.

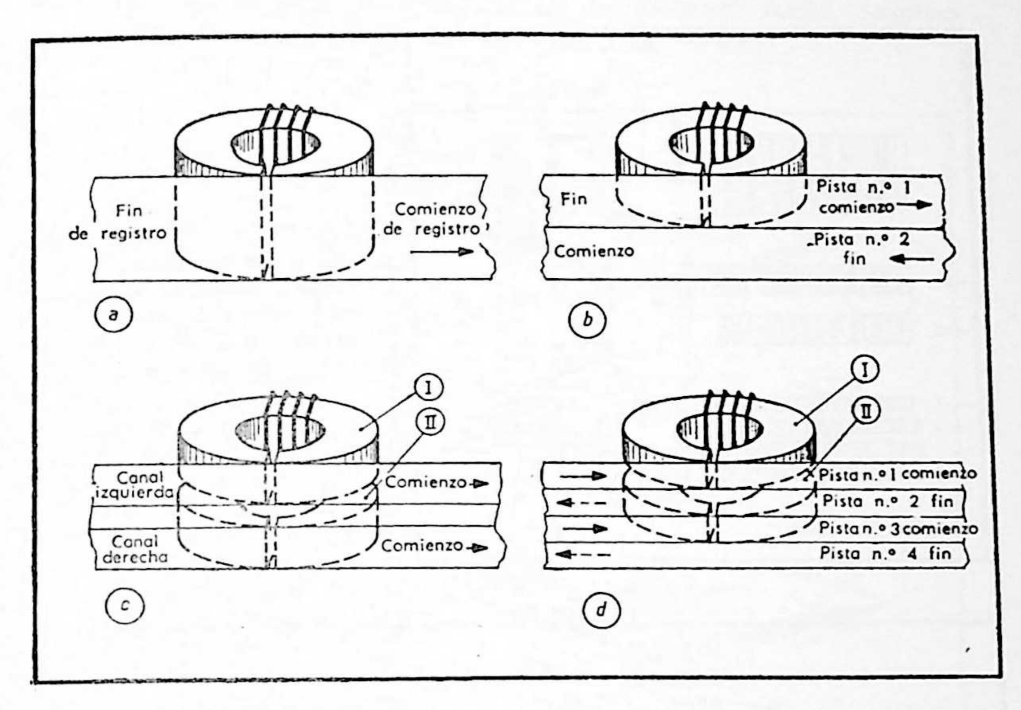


Fig. 37. — El sentido de arrastre del "standard" internacional y la evolución del número de pistas: (a) unipista; (b) bipista sucesiva; (c) bipista estéreo; (d) cuadripista "estéreo"

La técnica relativamente reciente de los aparatos de cuatro pistas dio la solución (fig. 37 **d**), aunque a costa de una importante disminución de la anchura de la pista registrada (1 mm. en lugar de 2,25 mm. con los modelos bipistas) y del correspondiente aumento de ruido de fondo.

En los magnetófonos cuadripista (fig. 38) las cabezas de grabación o registro y de lectura están desdobladas como en el caso de los primeros aparatos estereofónicos, pero con la diferencia de que cada cabeza no abarca más que la cuarta parte de la anchura de la cinta y de que las cabezas están dispuestas de modo que se pueda realizar una grabación entrelazada.

Esto es así para no tener que modificar la posición de las cabezas cuando se invierten las bobinas y para que haya la máxima separación de las pistas de un mismo registro estereofónico.

En la primera pasada se graban las pistas impares, por ejemplo; después de la inversión, se graban las pistas pares (fig. 39).

¿Pero qué ventajas hay para la monofonía en todo esto? Pues se beneficia de un aumento considerable de la duración del registro, ya que el tiempo queda multiplicado por cuatro.

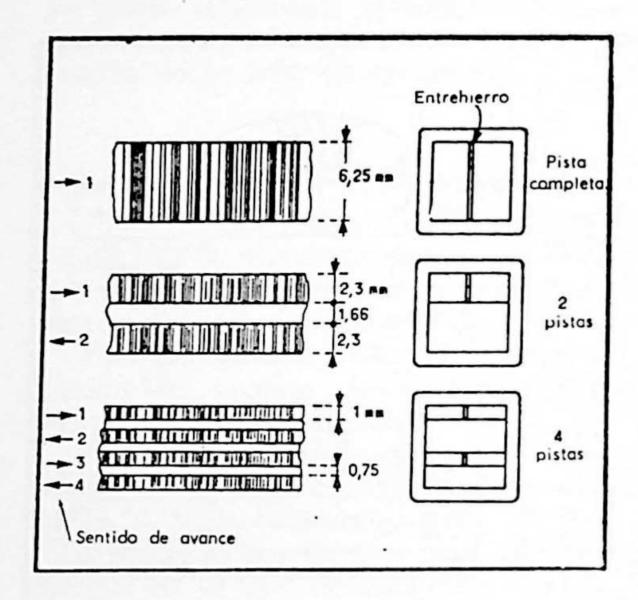


Fig. 38. — Posición y anchura de las pistas en una cinta magnética según que se funcione en toda la pista, la mitad de la pista o en cuadripista

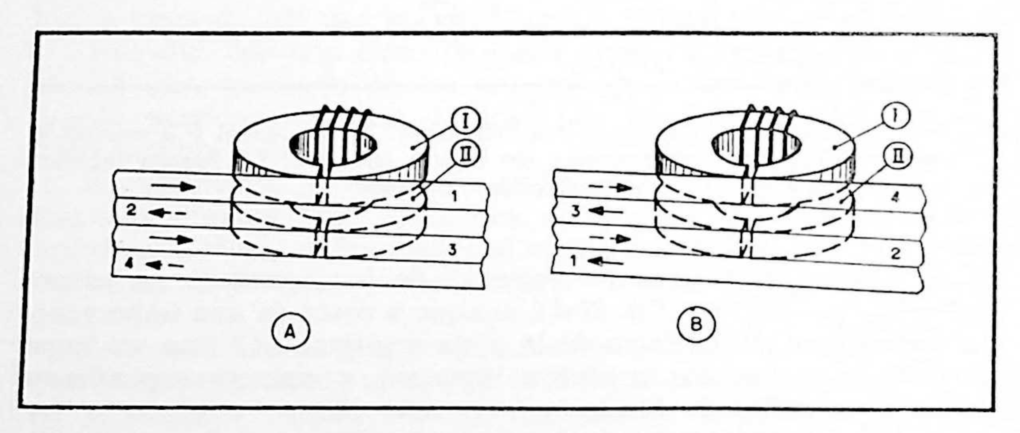


Fig. 39. — En "estéreo" se registran, por ejemplo, las pistas impares 1 y 3 en la primera pasada (A). Luego se invierte la bobina y se procede al registro de las pistas pares 4 y 2 (B)

Desde luego, para poder elegir entre las diversas pistas es necesario efectuar una conmutación. En efecto, supongamos que se utiliza primero la cabeza superior. En la primera pasada se

graba en la pista 1 (fig. 40 **a**). Después de invertir las bobinas, esta misma cabeza inscribirá la señal en la pista 4 (fig. 40 **b**).

Para utilizar las pistas 2 y 3 conviene ahora recurrir a la cabeza inferior. Se invertirán nuevamente las bobinas y esta vez la señal se inscribe en la pista 3 (fig. 40 **c**). En cuanto a la pista 2, la última que se pondrá en servicio, no se utilizará hasta después de una última inversión de las bobinas (fig. 40 **d**).

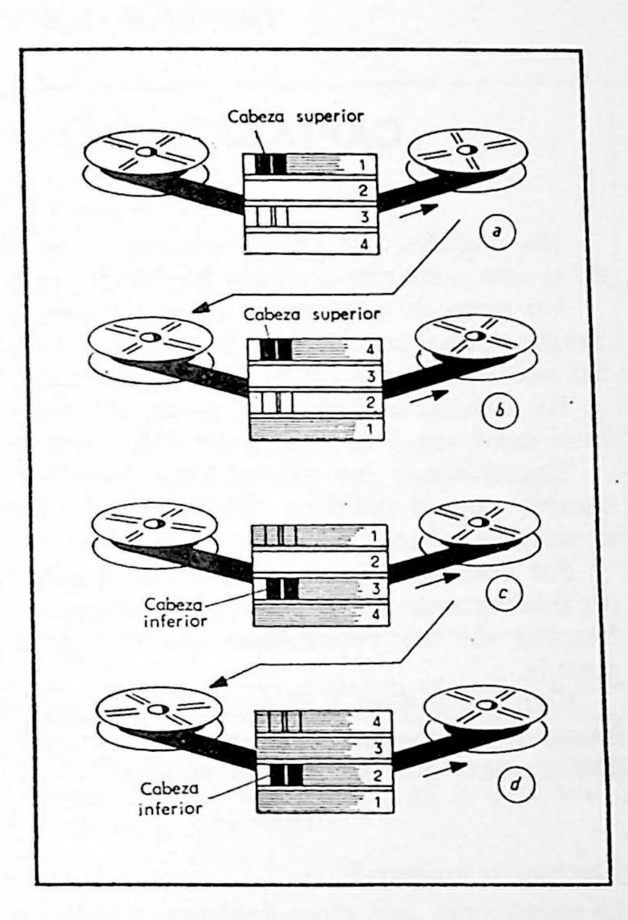


Fig. 40. — En la primera pasada (a) se graba la pista 1. Después de invertirla, se impresiona la pista 4 en la segunda pasada (b). A consecuencia de una nueva inversión y puesta en circuito de la cabeza inferior se registra la pista 3 (c). Una última inversión permite inscribir las señales en la pista 2 (d)

Con esto comprenderás la razón de que los constructores de aparatos de cuatro pistas incorporen en ellos los selectores designados de este modo modo: 1-4, 2-3. En estereofonía no hay que olvidar que, puesto que las cabezas actúan simultáneamente, la grabación se hace también simultáneamente en las pistas 1 y 3 o 4 y 2.

Y por hoy termino. Hasta mi próxima carta procura asimilar todo lo que en ésta te digo. En ella te explicaré las técnicas de captación del sonido.

NOVENA CARTA

CAPTACION DEL SONIDO

No dudaba que en mi alusión a la toma de sonido suscitase en ti una impaciencia bien legítima.

Un poço de paciencia; antes de que actúes, tengo que puntualizarte varias precisiones indispensables para hacer un buen uso del accesorio n.º 1 de la toma de sonido: el micrófono.

En efecto, la importancia de las características que el micrófono debe tener son de gran importancia.

Transformar las vibraciones sonoras en señales eléctricas, y hacerlo con la máxima fidelidad, no es tan sencillo como parece a primera vista.

Por consiguiente, acostúmbrate a considerar el micrófono como un instrumento de precisión; instrumento que conviene elegir en función de los resultados que se pretenden, siempre que sea posible.

Esto me induce a hablarte de las diversas categorías de micrófonos utilizados para las grabaciones, así como los diagramas de directividad que les caracterizan.

¿Carbón o «piezo»?

Empezaré por mencionar los micrófonos de carbón, «antepasados» de los modernos micrófonos, y que ya casi no se utilizan más que en las redes telefónicas.

Estos micrófonos son muy sensibles y tienen una curva de respuesta ventajosa en las frecuencias medias, pero no son apropiados en modo alguno para el registro de la música, porque adolecen de un ruido de fondo muy importante, originado por los contactos eléctricos imperfectos entre los gránulos de carbón.

Los micrófonos del tipo piezoeléctrico son mucho más interesantes. En ellos, las vibraciones sonoras captadas por una mem-

brana son transmitidas a un cristal cuyas débiles deformaciones mecánicas originan tensiones eléctricas (fig. 41 **a**).

Poco costosos, y relativamente sensibles, estos micrófonos se caracterizan igualmente por una curva de respuesta mucho más extensa que la de los modelos de carbón. Sin embargo, la curva presenta algunas irregularidades y una «giba», situada en las proximidades, de 7.000 o 9.000 Hz, por lo que su empleo se reserva principalmente para la palabra hablada.

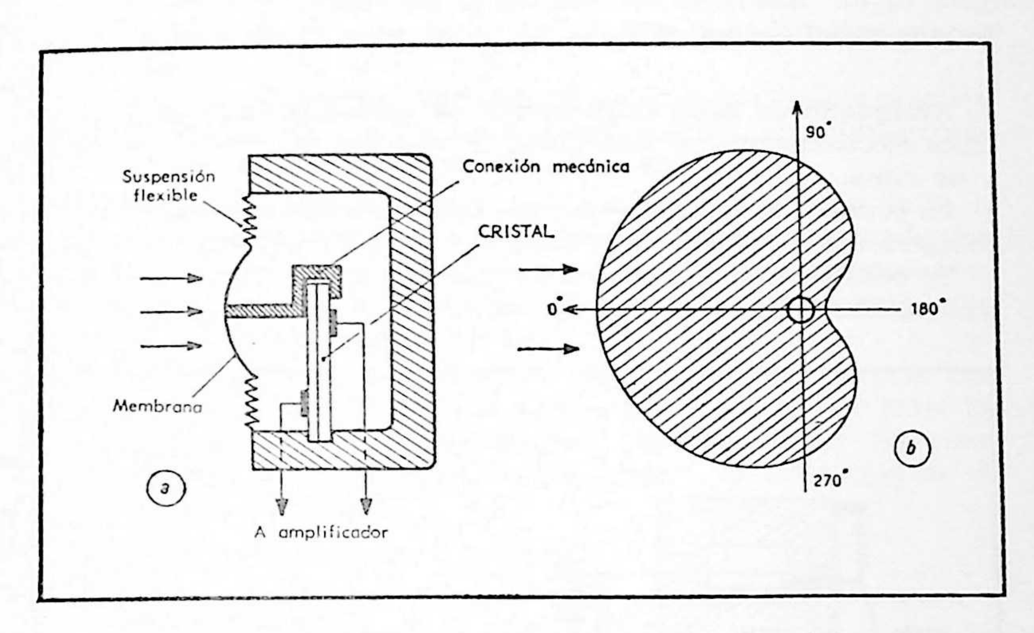


Fig. 41. — Micrófono piezoeléctrico. Las deformaciones mecánicas que experimenta el diafragma son transmitidas por un brazo de palanca, amplificador de los desplazamientos, al cristal, el cual envía tensiones alternas proporcionales a las deformaciones (a). En (b), diafragma de directividad de un micrófono piezoeléctrico. La sensibilidad máxima está definida en la zona situada delante de la membrana

Su diagrama de directividad, generalmente del tipo cardioide, es muy apropiado para este uso, y su máxima sensibilidad está definida en una zona situada delante de la membrana (fig. 41 **b**).

Veamos ahora sus defectos. Son afectados en principio por el calor y la humedad y, si no se adoptan precauciones, el cristal llega a disgregarse por hidrólisis.

Esto explica que se pueda hablar de duración de vida útil de esta clase de micrófono.

Sin embargo, te señalo el hecho de que los modelos cerámicos no tienen este defecto, pero en cambio son algo más caros que los precedentes.

Todos estos micrófonos presentan una impedancia muy elevada y no pueden ser utilizados más que con cables de conexión de poca longitud; de lo contrario, se tropieza con toda clase de dificultades, tales como pérdida de las frecuencias más elevadas, zumbidos, etc. En resumen, su empleo carece de flexibilidad y, si bien su baratura puede presentar en ciertos casos un cierto interés, no se puede pretender su utilización en grabación de alta fidelidad.

Bobina móvil contra cinta

Avanzando un paso examinemos las características de los modelos electrodinámicos. Estos son de dos clases: de bobina móvil y de cinta.

La primera es indudablemente la más empleada a causa de su robustez, sus excelentes resultados y su gran flexibilidad de empleo.

Su construcción tiene bastante parecido con la del altavoz electrodinámico clásico, al menos en líneas generales (fig. 42 a).

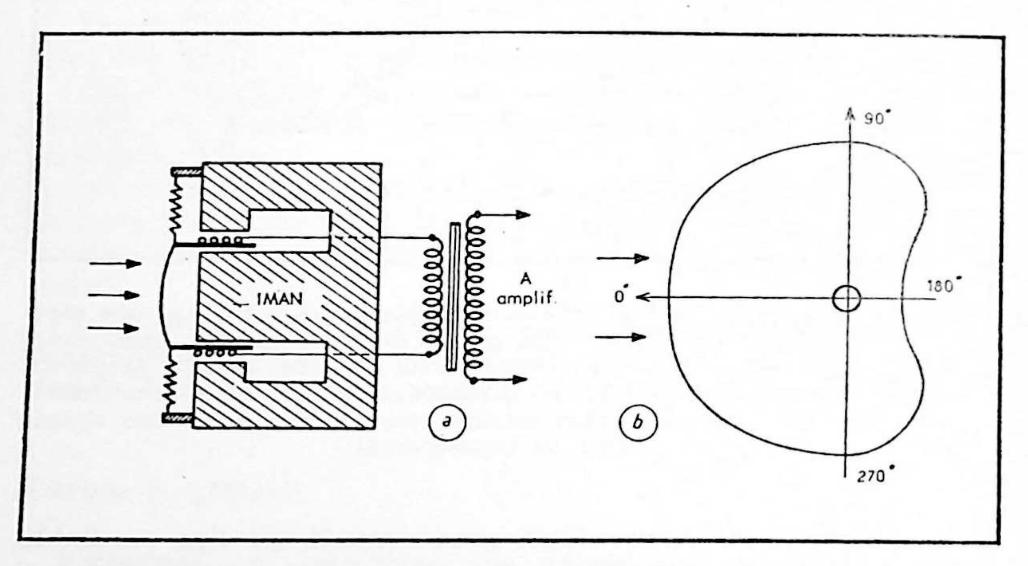


Fig. 42. — La construcción de los micrófonos electrodinámicos es parecida a la de los altavoces (a). El efecto direccional de los micrófonos electrodinámicos no es muy pronunciado; depende en gran parte de la forma y de las dimensiones de la caja (b)

Funciona de modo inverso al de aquél. Las variaciones de presión transmitidas a la membrana desplazan una bobina móvil en el campo de un potente imán, por lo que aparece en ella una tensión eléctrica proporcional a su desplazamiento.

Estas tensiones son muy pequeñas y, para disponer de una señal de nivel conveniente, es necesario utilizar un transformador elevador conectado entre la salida del micrófono y la entrada del magnetófono.

Esto no constituye un inconveniente; por el contrario, la salida de baja impedancia del micrófono hace posible el empleo de un cable de conexión de gran longitud entre la toma de sonido y el magnetófono.

El efecto direccional de esta clase de micrófono no es muy acusado; depende en gran parte de la forma y de las dimensiones de la caja.

Su curva de respuesta es relativamente aplanada y cubre prácticamente todas las frecuencias del espectro audible. En consecuencia, es muy indicado para los registros de calidad.

Con los micrófonos de cinta damos un nuevo paso hacia la perfección. En efecto, aquí quedan eliminados los intermediarios. El órgano móvil (en el caso de cinta ondulada de aluminio, dispuesta entre los polos de un potente imán) es directamente afectado por las vibraciones sonoras.

Entonces se originan tensiones inducidas en la cinta, la cual corta las líneas de fuerza del campo magnético existente entre los polos del imán. Estas tensiones son muy pequeñas y necesitan, lo mismo que los modelos de bobina móvil, la utilización de un transformador elevador.

Velocidad y presión

Todo esto lo sabes ya, pero lo que ignoras probablemente es que, según el modo de construcción, un micrófono de cinta puede presentar características muy diferentes.

Imagínate primero que la cinta está estirada entre los dos polos del imán situados uno frente a otro. En este caso, las dos caras de la cinta son libremente accesibles a las vibraciones sonoras.

Entonces estaremos ante un micrófono sensible a la velocidad de desplazamiento de las moléculas de aire (fig. 43 **a**).

Sobre el micrófono actúan principalmente los sonidos que provienen de una dirección perpendicular a las caras de la cinta, por lo que será del tipo bidireccional y presentará un diagrama de directividad en forma de ocho (fig. 43 **b**).

En una segunda versión la cinta está dispuesta entre los polos de un imán cilíndrico, y el comportamiento del micrófono es muy distinto, puesto que aquí la cara posterior de la cinta no está expuesta a la acción directa de las vibraciones sonoras (fig. 44 **a**).

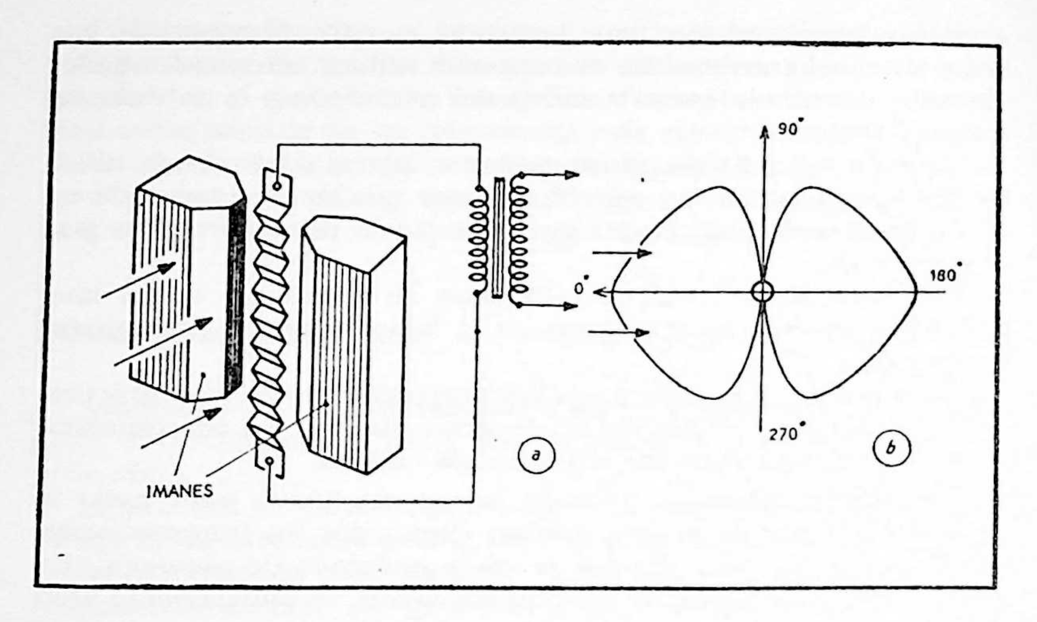


Fig. 43. — Los micrófonos electrodinámicos cuya cinta está tensa entre dos imanes y cuyas dos caras son libremente accesibles a las vibraciones sonoras son del tipo de velocidad (a). Su diagrama de directividad presenta forma de ocho (b)

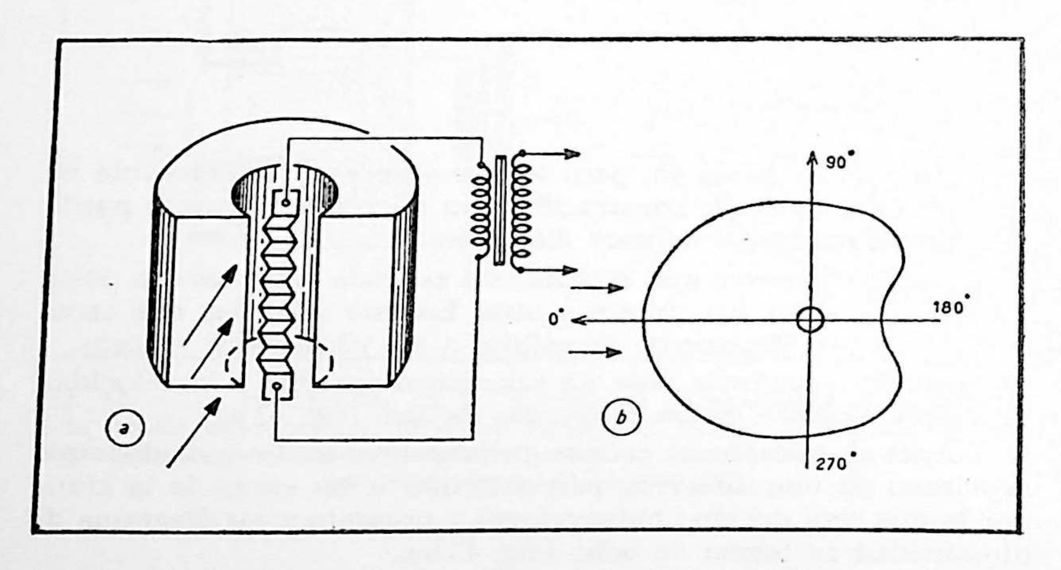


Fig. 44. — Si la cinta de un micrófono electrodinámico está colocada entre los polos de un imán cilíndrico intencionadamente para que la cara posterior de la cinta no esté sometida a la acción directa de las ondas sonoras, se obtiene un micrófono de presión (a), cuyo diagrama de directividad no es muy pronunciado (b)

En este caso, la cinta no se conmueve por las **variaciones de presión** que se ejercen en su cara anterior y su diagrama de directividad es poco pronunciado (fig. **44 b**).

A propósito de esto quiero hacerte notar que colocando estos dos tipos de micrófonos de cinta en una misma caja y realizando la suma algebráica de sus señales de salida se obtiene un micrófono unidireccional, del tipo cardioide, muy interesante para ciertas aplicaciones (fig. 45).

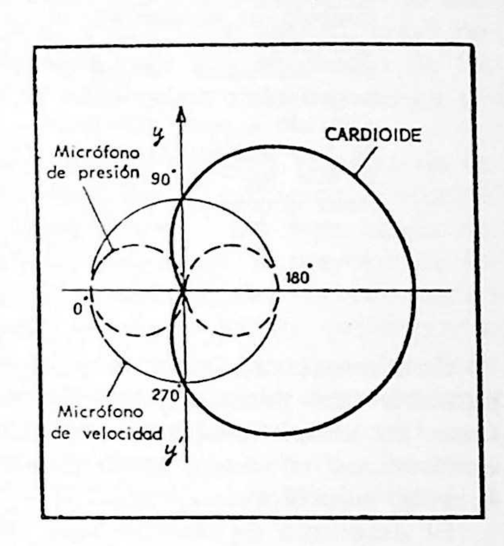


Fig. 45. — La asociación de un micrófono de presión y de uno de velocidad (a) (ambos de cinta) permite obtener un micrófono unidireccional del tipo de cardioide (b)

Aparte de los diagramas de directividad que pueden variar de manera sensible de un modelo a otro, los micrófonos de cinta tienen un cierto número de características comunes.

Muy fieles (su curva de respuesta es, en efecto, de notable regularidad), presentan el inconveniente de ser relativamente caros y extremadamente frágiles.

Por su extremada sensibilidad al viento y a los desplazamientos del aire, es prácticamente imposible utilizarlos en «exteriores». Por esto, su empleo queda reservado a las tomas de sonido en el estudio. En definitiva, debido a estas y otras causas, los micrófonos de cinta están principalmente destinados a los profesionales y no a los aficionados.

Existe un micrófono electrostático conocido también por micrófono de condensador.

Está constituido esencialmente por un diafragma metálico, muy delgado y fuertemente tenso o estirado, colocado a muy poca distancia de una placa a la que se aplica una tensión continua elevada (fig. 46).

Bajo el efecto de la presión acústica, el diafragma metálico entra en vibración y modifica la capacidad de condensador que forma con el electrodo posterior y, en consecuencia, la diferencia de potencial existente en sus bornes.

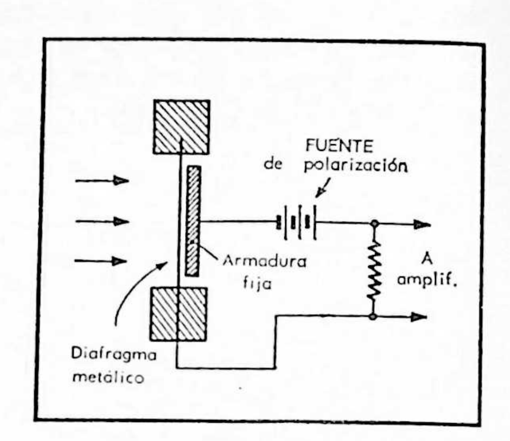


Fig. 46. — Micrófono electroestático (llamado también de condensador), que está constituido por un diafragma metálico muy delgado y muy tenso, colocado a poca distancia de una armadura fija en la que hay aplicada una tensión continua elevada

Siendo extremadamente pequeñas estas variaciones, es indispensable una preamplificación antes de la entrada del magnetófono. La amplificación se obtiene por un montaje con tubos electrónicos (o mejor con transistores) instalado en la misma caja del micrófono.

El diagrama de directividad de un micrófono de condensador se parece mucho al de un micrófono de bobina móvil; en el caso de un montaje simétrico, este diagrama es idéntico al de un micrófono de cinta con las dos caras libres.

La curva de respuesta es excelente y muy extensa, principalmente en frecuencias elevadas. En lo que a esto respecta, el micrófono electrostático se puede considerar como el no va más, como el «Non Plus Ultra». Esto sí, es muy caro.

«¿Stereo or not stereo?»

Una vez hechas las aclaraciones pertinentes sobre las características de los diversos tipos de micrófonos, estás en condiciones de comprender los imperativos que deben regir la elección de este importante «accesorio».

Cierto es que no puede haber buena grabación sin micrófono adaptado a la vez a la fuente de sonido y a la acústica del lugar.

En monofonía las cosas son aparentemente bastante sencillas. Pero aparte de todas las consideraciones relativas a la banda de paso del micrófono —que convendrá elegir todo lo amplia posible—,

la selección se hará prácticamente en función del diagrama de directividad. Vamos a examinar juntos a este respecto algunos casos concretos.

En primer lugar, supongamos que tengas que registrar música de orquesta o efectuar una toma de sonido del tipo de «conferencia». La elección no ofrece duda: el que más convendrá será un micrófono omnidireccional, ya que este modelo capta los sonidos que llegan en todas las direcciones.

Segundo ejemplo. Supongamos que haya que registrar un dúo musical o una pieza de teatro en un estudio. Se elegirá, a ser posible, un modelo bidireccional que se colocará en medio de los diversos intérpretes y orientado de modo que cada uno tenga enfrente el micrófono.

Tercer ejemplo. Reportaje en ambiente ruidoso, registro de un orador, localización de un instrumento de orquesta. Entonces recurriremos a un micrófono unidireccional, del tipo cardioide. Así se eliminarán, o por lo menos se atenuarán, la mayoría de los sonidos de interés secundario, lo que permitirá la restitución mucho más clara de los que emanan de la fuente privilegiada.

¿Y en estereofonía?, me preguntarás. Aquí las cosas se complican ligeramente. Desde luego, es indispensable disponer ante todo de dos micrófonos. Además, éstos deben tener características lo más semejantes posibles, tanto en lo que se refiere a la curva de respuesta, a la sensibilidad o al diagrama de directividad. Y esto por diversas razones.

Si los micrófonos empleados no tienen la misma curva de respuesta, en la reproducción se tendrá la impresión de que los sonidos registrados se desplazan de un lado a otro, según la frecuencia dominante en un momento dado.

Si su sensibilidad es diferente, habrá desequilibrio entre los dos canales reproducidos.

Finalmente, si el diagrama de directividad no es idéntico, la localización de los sonidos será inexacta, y parecerá que los captados normalmente en el centro llegan de la derecha o de la izquierda.

En la práctica conviene utilizar dos micrófonos del mismo tipo, incluso de la misma marca, y si es posible apareados.

Después de observadas estas prescripciones, convendrá comprobar que los dos micrófonos están correctamente conectados en fase, lo que se conseguirá conectándolos al magnetófono y espaciándolos 50 cm aproximadamente, delante de una fuente sonora tal como un metrónomo. Después se procederá a la grabación.

Si en la reproducción el sonido está localizado en un punto situado a igual distancia de los dos altavoces de control, la fase es correcta.

Por el contrario, si los sonidos parecen emanar de una zona mal definida, hay que sospechar que la fase de los micrófonos es incorrecta. Entonces habrá que invertir las conexiones de uno de los micrófonos.

Desde luego, todo esto supone la puesta en fase preliminar de los altavoces.

Tratemos ahora de la disposición que se deberá adoptar para estos dos micrófonos. Uno de los métodos más eficaces consiste en separar acústicamente dos micrófonos omnidireccionales por medio de un panel de material aislante del sonido y realizar así lo que se llama una **cabeza artificial** (fig. 47).

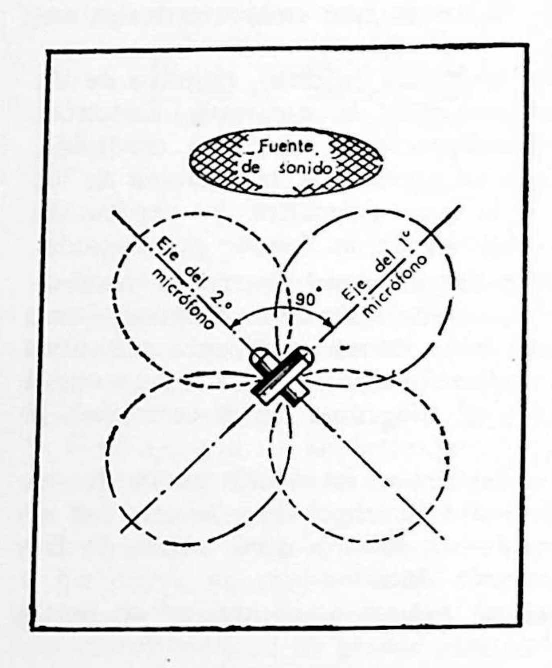


Fig. 47. — Separando acústicamente dos micrófonos omnidireccionales por un panel de material aislante del sonido se obtiene una "cabeza artificial" que permite realizar una toma de sonido estereofónico en las mejores condiciones

Esta cabeza artificial debe estar colocada a una distancia tal de la fuente de sonido que el ángulo de audición esté comprendido entre 30° y 45°.

En el procedimiento de registro por **diferencia de intensidad** se utilizan dos micrófonos del tipo bidireccional, instalados perpendicularmente entre sí y situados sobre un mismo soporte. (fig. 48).

Cuando no se dispone de micrófonos de este tipo, se les puede reemplazar por dos modelos unidireccionales (de tipo cardioide), montados también sobre un mismo pie, pero ligeramente separados y orientados de manera que el ángulo de audición sea 45° aproximadamente (fig. 49).

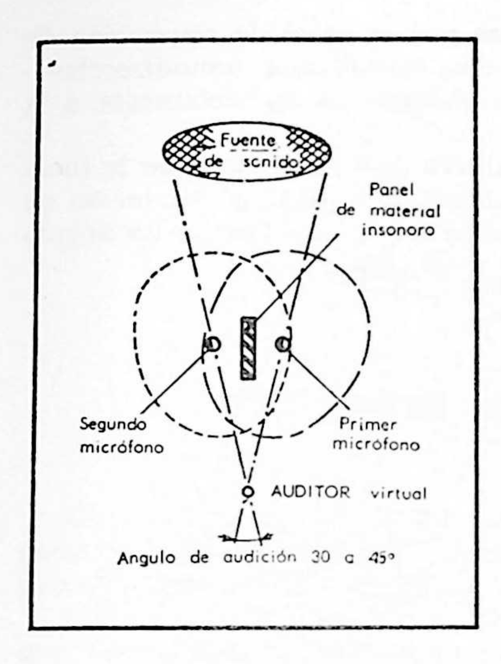


Fig. 48. — El procedimiento de registro estereofónico por "diferencia de intensidad" utiliza dos micrófonos bidireccionales, colocados perpendicularmente entre sí

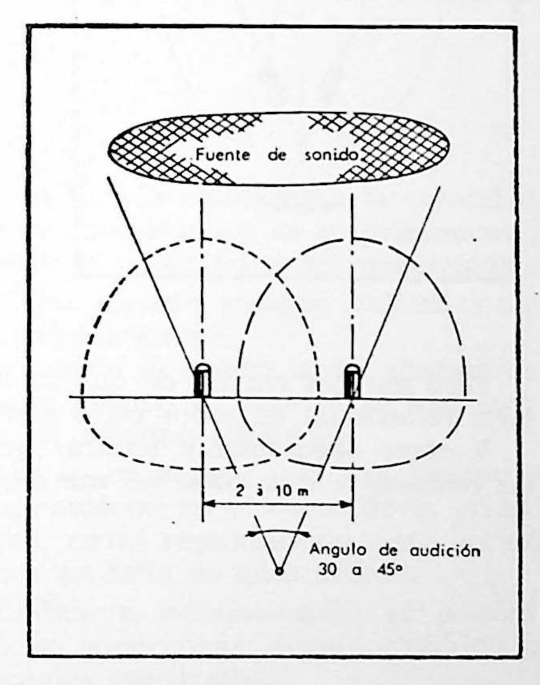


Fig. 49. — También se pueden utilizar dos micrófonos unidireccionales orientados de manera que el ángulo de audición sea 45° aproximadamente

Tanto en un caso como en el otro, el efecto estereofónico se obtiene por diferencia de intensidad de los sonidos captados por cada micrófono.

Finalmente, otro método que se utiliza es el de separación de tiempo. En éste se hace uso de dos micrófonos omnidireccionales, bien separados (2 a 10 m) y dispuestos paralelamente a la fuente de sonido.

Su separación mutua y la distancia que los separa de la fuente de sonido dependen de la importancia y de la presentación de ésta, y deben ser ajustados de manera que se obtenga un ángulo de audición comprendido entre 30 y 45° (fig. 50).

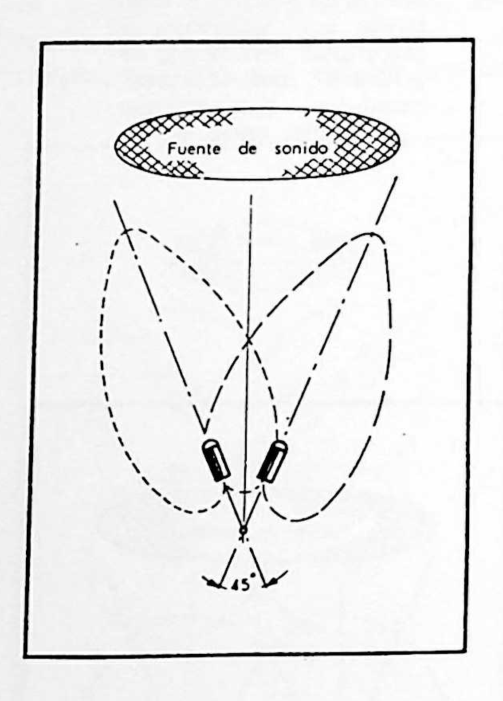


Fig. 50. — En el método de "desplazamiento de tiempo" se utilizan dos micrófonos omnidireccionales, suficientemente separados, y dispuestos paralelamente a la fuente de sonido

Pero me doy cuenta de que se hace tarde. Lo mejor será dejarte reflexionar en todos estos problemas.

Y como seguramente tendrás que hacerme bastantes preguntas relativas a esta cuestión, me despido hasta pronto.

DECIMA CARTA

PASAMOS A LA ACCION

Ciertamente no faltan las preguntas pertinentes en tu última carta y, después de haber hecho un ensayo indispensable, voy a procurar responderte lo mejor posible.

Comenzaremos por pasar revista a los diversos imperativos a que hay que someterse para conseguir una toma de sonido de calidad.

Algunas reglas de oro

Una vez hecha la elección en lo que concierne a la velocidad de avance de la cinta, el tipo de micrófono y su emplazamiento, conviene, en primer lugar, ajustar la sensibilidad del magnetófono.

Todo esto se consigue mediante algunos ensayos realizados observando las indicaciones del modulómetro.

En la práctica se regula el mando de ganancia del aparato de manera que, en los **forte**, el ojo mágico de control dé una indicación que rebase ligeramente el máximo admisible.

Si se tiene esta precaución es muy raro que sea necesario retocar la sensibilidad del magnetófono en el curso de la grabación. Esto es preferible porque, en la reproducción, esta acción es muy perceptible y se traduce en falta de naturalidad.

Durante los ensayos preliminares indispensables se pondrá mucha atención para que no se superponga ningún zumbido o ronquido intempestivo a las señales registradas.

Esto podría ser debido a una conexión defectuosa entre el micrófono y el magnetófono (cable de longitud excesiva en el caso de micrófono de alta impedancia; mala conexión a masa del blindaje, etc.) o de insuficiente separación entre el micrófono y el magnetófono.

Este último fenómeno, más corriente de lo que se piensa (y que los profanos suelen atribuir equivocadamente a mal funcionamiento del aparato) proviene sencillamente de las fugas magnéticas del transformador de alimentación (o de los motores de arrastre), a las cuales son muy sensibles los transformadores de los micrófonos electrodinámicos.

La conclusión práctica es evitar toda proximidad entre el micrófono y el magnetófono. Esto es por otra parte muy beneficioso, principalmente si, en el registro, el altavoz del aparato no se pone automáticamente fuera de circuito, ya que hay riesgo de acoplamiento o «enganche» acústico, conocido con el nombre de efecto Larsen y que se traduce en una especie de alarido más o menos potente (y que únicamente se logra suprimir alejando del magnetófono el micrófono y el altavoz).

Todo se manifiesta en favor de este alejamiento. Pero, y en esto hay que poner mucha atención, para ello hay que emplear cables blindados, y si no se quiere tropezar con dificultades de zumbido o ruidos parásitos inexplicables hay que tomar algunas precauciones elementales.

No se pueden colocar los cables de cualquier manera y, ante todo, hay que evitar la proximidad peligrosa de circuitos eléctricos de distribución.

Tampoco se les deben tender en el suelo de manera que se les pueda pisar o maniobrar inconsideradamente. Esto daría lugar a ciertos ruidos de contacto, tanto más importantes cuanto más elevada sea la impedancia de la conexión.

La experiencia demuestra que éstos no son riesgos imaginarios, sino resultado de mala elección de la colocación del micrófono y de su instalación.

Por lo tanto, siempre que tengas la posibilidad, procura colocar el micrófono sobre una alfombra, sobre una espesa placa de esponja de plástico, etc.

Estas recomendaciones son aplicables no sólo a los modelos de mesa, sino también a los micrófonos instalados sobre un pie.

Procediendo de esta manera se elimina una buena parte de las vibraciones perjudiciales a las que no dejarán de reaccionar los micrófonos y se consigue una buena relación señal/ruido.

El arte de captar el sonido

Queda la cuestión muy importante de la disposición del micrófono con respecto a la fuente de sonido.

Las soluciones posibles son muy numerosas; sin embargo, se pueden enunciar algunos principios fundamentales, los cuales ayu-

dan a realizar una toma de sonido que, aunque no siempre sea perfecta, por lo menos es de buena calidad.

El primer caso concreto es el del **reportaje** o **interviú,** que se practica con el micrófono en la mano.

Siendo éste generalmente de modelo direccional (para reducir el ruido ambiente), la persona que capta el sonido tiene que hacer ciertos movimientos.

En efecto, en cada instante deben ser captadas las preguntas y las respuestas colocando el micrófono delante de la persona que habla; a veces este vaivén tiene que ir acompañado de una variación correlativa de la distancia que separa el micrófono de uno u otro interlocutor, aunque no sea más que para tener en cuenta una diferencia entre las intensidades de las voces.

Este problema de la adaptación del micrófono a las diversas intensidades de las fuentes de sonido se presenta también en forma ligeramente diferente cuando se actúa en el estudio, ya sea en el registro de las voces de varias personas que hablan más o menos fuerte, o en el de sonido de una agrupación musical, tal como una orquesta.

En los dos casos es evidente que no se deberá pasear el micrófono como en el precedente.

En consecuencia, se le deberá colocar de modo que esté cerca de los locutores que tengan la voz más débil y alejarlo de los que tengan voz potente.

Cuando se trata de una orquesta estamos en un caso análogo, ciertos instrumentos (de cuerda) tienen un sonido más fino que otros (tales como los de cobre) y requieren estar colocados más cerca del micrófono.

Otro factor que determina la calidad de un registro es la acústica del local.

Cuando se procede a latoma de sonido no siendo al aire libre, es decir, en un estudio o en un local cualquiera, el micrófono no capta únicamente los sonidos que provienen directamente de la fuente; es alcanzado también por los que se reflejan en las diversas paredes y que llegan a él con un cierto retraso.

En la captación del sonido hay que tener en cuenta las reflexiones sucesivas experimentadas por los sonidos, el tiempo que transcurre entre su producción y su extinción y, en una palabra, el **período de reverberación,** que depende de la naturaleza del local en que son emitidos los sonidos.

Esta reverberación está estrechamente relacionada con la potencia de absorción de las paredes o muros, de las cortinas, etc. Cuanto menor es esta potencia de absorción, mayor es la reverberación y viceversa.

Y esto no se puede despreciar. Así que, para el registro y la reproducción de la palabra, conviene operar en un local cuyo período de reverberación sea lo más corto posible.

Cuando no se cumple esta condición (por ejemplo en una iglesia grande), es decir, cuando los sonidos indirectos son captados por el micrófono con un retardo mayor que un veinteavo de segundo, hay superposición de las diferentes sílabas y la palabra resulta difícilmente comprensible.

Recíprocamente, para obtener un registro musical de buena calidad es necesario disponer de un local dotado de un período de reverberación bastante grande (entre 1 y 3 s), a falta de lo cual la toma de sonido aparecerá monótona y desprovista de una buena parte de su relieve.

En la práctica se cumplen pocas veces estas condiciones y es necesario acomodarse, lo mejor posible, a los recursos locales: alfombra y cortina para atenuar una reverberación excesiva, paredes desnudas, paredes lisas para aumentar el periodo de ésta, etcétera.

Situando el micrófono en la proximidad de los sitios privilegiados se logrará compensar en cierto modo una acústica demasiado dura o, por el contrario, demasiado amortiguada.

Como ves, se trata de una verdadera técnica, que sólo la experiencia te permitirá adquirir.

Grabaciones de «trasplante»

Mucho menos complicado es el procedimiento de «trasplante» que consiste en efectuar registros hechos con fuentes de sonidos tales como discos, emisiones de radio, etc.

La razón es muy sencilla. En todos los casos los problemas relativos a la elección y colocación del micrófono, así como los relacionados con la acústica del local, quedan suprimidos.

No hay, pues, que inquietarse por la transferencia de la modulación entre la fuente sonora utilizada y el magnetófono. Hay varias soluciones.

Consideremos primero el caso del receptor de radio. Sin transformar nada en este último, se puede unir simplemente la entrada de la toma del pick-up del magnetófono, en paralelo con los dos hilos de conexión, a la bobina móvil del altavoz (fig. 51).

Para esto es necesario utilizar una conexión volante, terminada por dos pinzas cocodrilo y, a ser posible, blindada para evitar la captación de ciertos zumbidos intempestivos.

Se puede proceder de la misma manera con un televisor, el cual permite efectuar registro de calidad sonora muy superior a

la de los efectuados con un receptor de radio, si bien es comparable a la obtenida con emisiones de modulación de frecuencia.

Todavía se podrá simplificar la conexión si el aparato en cuestión está provisto de una toma para altavoz suplementario, directamente accesible en la parte posterior del chasis.

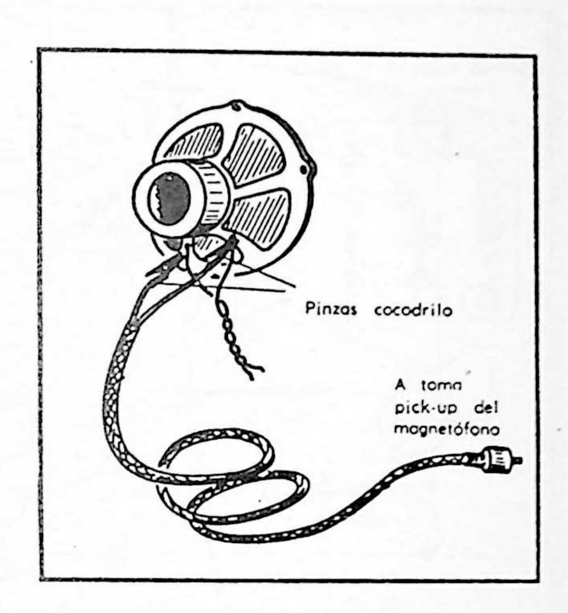


Fig. 51. — Para aprovechar la modulación de un receptor de radio basta unir la toma de pick-up del magnetófono a los dos hilos de conexión de la bobina móvil del altavoz

Si tienes posibilidad de ello, te aconsejo que hagas poner (o que pongas tú mismo si no tienes reparo en manejar el soldador) una toma llamada de modulación, unida directamente a la salida de la etapa detectora de tu receptor de radio (fig. 52 **a**) o a la salida de la cadena «sonido» de tu televisor (fig. 52 **b**).

Esta toma se debe colocar delante del mando de ganancia, de manera que la amplitud media de la señal disponible sea siempre la misma, cualquiera que sea el nivel de escucha.

Una buena precaución (si no está prevista en el montaje original) es disponer en serie, en la conexión, un condensador destinado a la supresión de la componente continua de detección.

En cuanto al hilo de conexión al magnetófono (que debe ser indispensablemente blindado.), será todo lo corto posible para evitar una lamentable atenuación de las frecuencias elevadas por las capacidades parásitas.

Si te propones efectuar registros partiendo de un sintonizador o tunner M. F., las cosas serán en principio más sencillas; estos aparatos están provistos normalmente de una toma de modulación, en general a base de impedancia, y que permite utili-

zar un cable de conexión de gran longitud sin riesgo de atenuación de las frecuencias más elevadas.

Pasemos ahora a los problemas que presenta el «trasplante» de discos. Se pueden presentar dos casos.

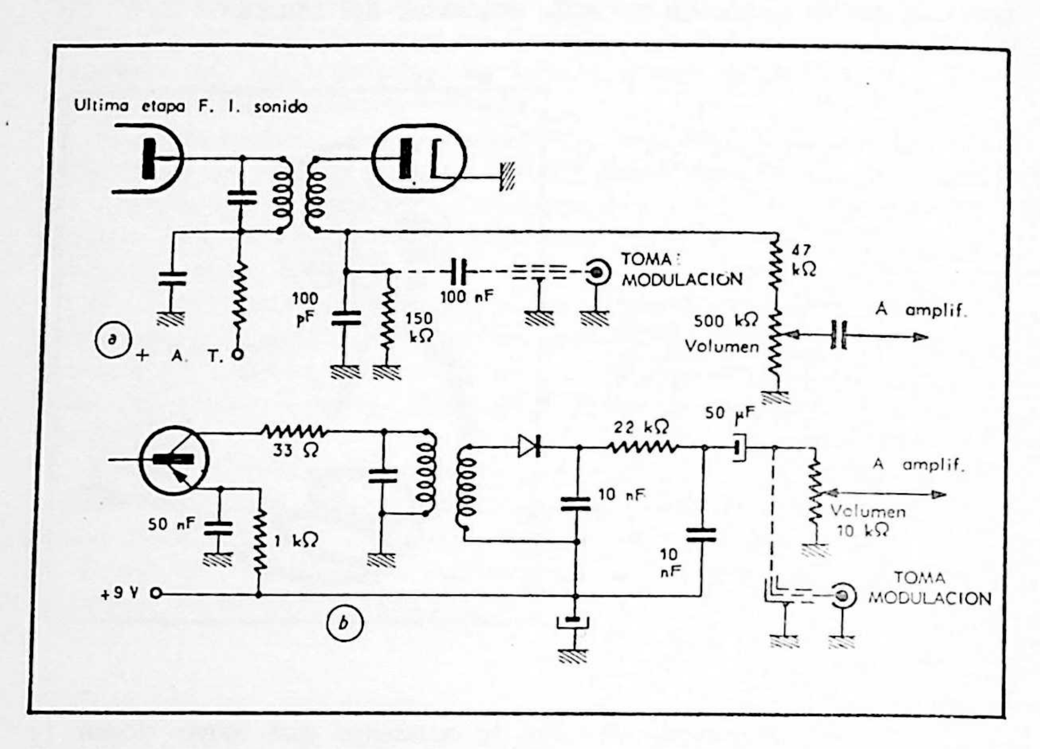


Fig. 52. — Cuando sea posible, es preferible instalar una toma de modulación conectada, según el caso, a la salida de la etapa detectora de un receptor de radio (a) o a la de la cadena de "sonido" de un televisor (b)

Si el tocadiscos utilizado está provisto de una cabeza de lectura del tipo piezoeléctrico, el nivel de la señal de salida es de suficiente amplitud y puede ser aplicado sin otra forma de proceso a la entrada pick-up del magnetófono.

Por el contrario, si la cabeza de lectura es del tipo magnético, es indispensable un amplificador-corrector que debe ser intercalado entre la salida del tocadiscos y la entrada del magnetófono que le sigue (fig. 53).

Esto es lo que se hace habitualmente en toda cadena Hi-Fi, comenzando por la tuya; sin embargo, hay una diferencia, la de que el amplificador de potencia está conectado a la salida del preamplificador en lugar de a la entrada pick-up del magnetófono.

Para utilizar de la mejor manera posible la instalación existente es necesaria una adaptación. Consiste en disponer, lo mis-

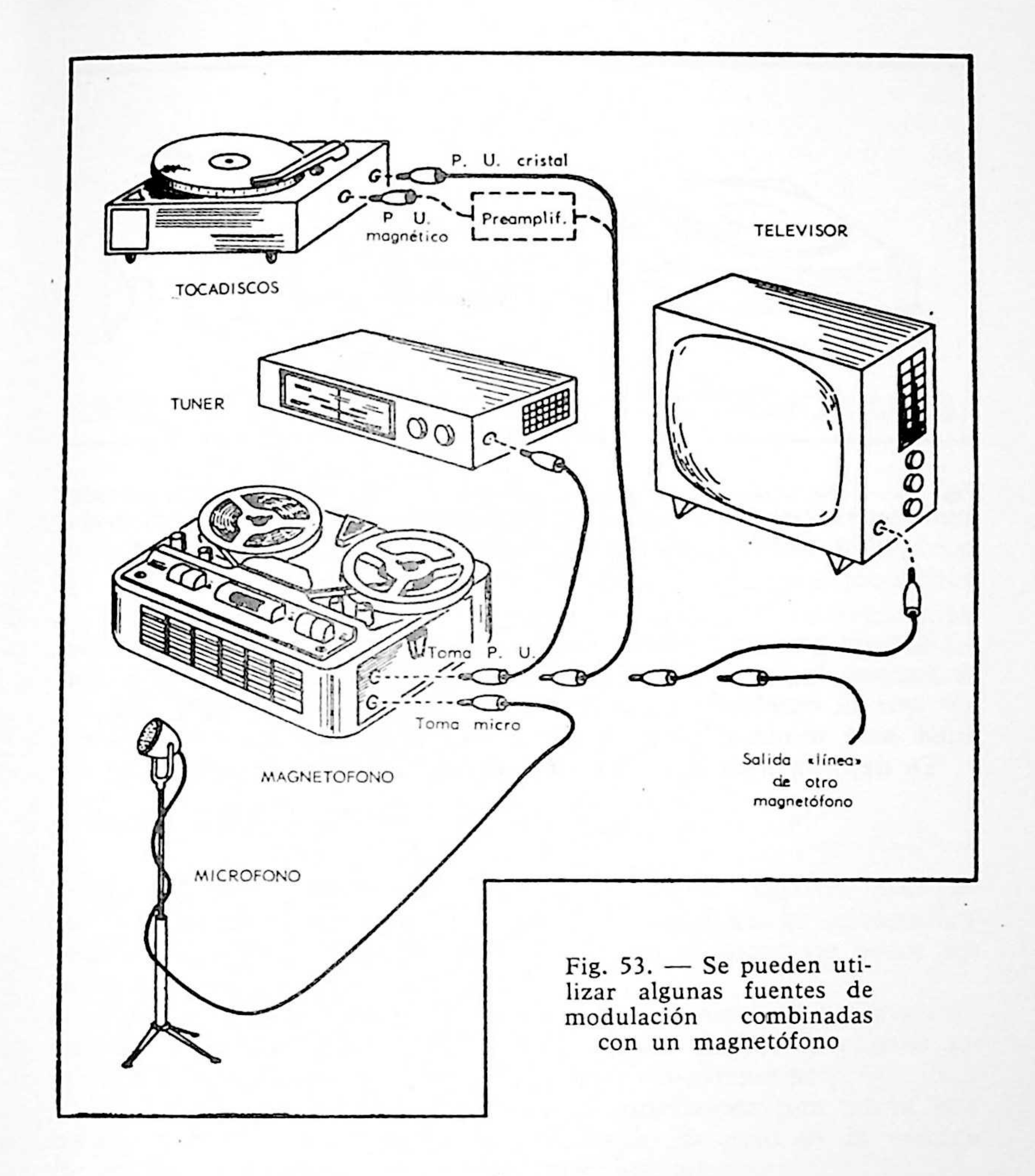


Fig. 53. — Se pueden utilizar algunas fuentes de modulación combinadas con un magnetófono

mo que antes, de una toma de modulación que se conectará antes del mando de ganancia (fig. 54).

Así es posible ajustar óptimamente las condiciones de escucha al nivel sonoro sin preocuparse de una eventual repercusión de la regulación de éste sobre la grabación en curso.

A condición de disponer de dos magnetófonos —uno utilizado para la lectura, y el otro para la grabación— podrás dedicarte a la copia de cintas magnéticas.

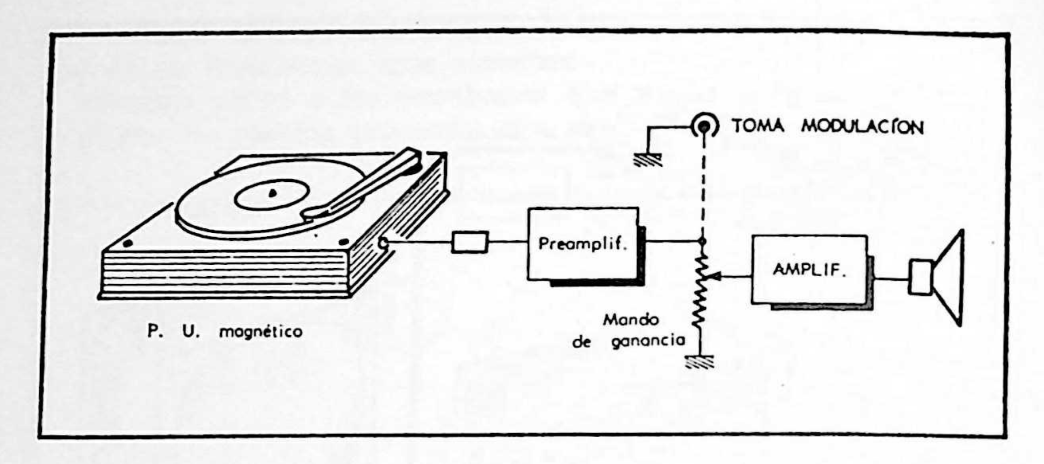


Fig. 54. — Es posible utilizar una instalación Hi-Fi existente para proceder a un "trasplante". Sin embargo, es aconsejable instalar una toma de modulación situada antes del mando de ganancia de la instalación

Además podrás utilizar para esta transcripción una velocidad de avance de la cinta (la misma para los dos magnetófonos) mayor que la empleada para el registro original. La pérdida de calidad será mínima, pero la ganancia de tiempo será apreciable.

Te dejo ensayar y actuar. Es mi último consejo esta vez.

UNDECIMA CARTA

HABILIDADES Y ARDIDES «PROFESIONALES»

Lo probable es que en cuanto te hayas entrenado en el manejo del magnetófono tratarás de salir de la rutina y explotar las numerosas posibilidades que ofrecen los aparatos modernos.

Por eso, sin esperar más, voy a pasar revista a los principales «refinamientos» que los constructores ponen a disposición de los usuarios y de paso revelarte algunos trucos cuyo conocimiento te será indispensable.

Sobreimpresión y mezcla

Normalmente, en posición de grabación o registro, toda señal previamente inscrita en la banda magnética es automáticamente borrada y el nuevo registro ocupa el lugar de todos los precedentes.

Pero lo que de ordinario se considera como una ventaja (poder ser utilizada indefinidamente la misma cinta), en ciertos casos particulares puede representar un inconveniente.

Es lo que ocurre cuando se desea superponer una nueva grabación sobre otra ya efectuada. Ejemplo de esto es la adición de un fondo musical a un comentario hablado.

Para lograrlo basta simplemente poner fuera de circuito la cabeza de borrado, efectuándose la nueva grabación en las condiciones habituales y superponiéndose a la ya existente.

Algunos magnetófonos ofrecen esta posibilidad por estar provistos de una tecla o mando llamado de sobreimpresión, que basta accionar para obtener el resultado que se desea.

Pero si tu magnetófono no tuviese este perfeccionamiento, he aquí un truco que te permitirá efectuar muy fácilmente una sobreimpresión.

Consiste en colocar, antes de la grabación, una pequeña cuña de plástico o de cartón (de 2 a 3 mm de espesor) delante de la cabeza de borrado y cuyo efecto será alejar la cinta magnética de esta cabeza y evitar la neutralización del registro precedente.

Sin embargo, te aconsejo que hagas algunos ensayos previos para determinar el espesor mínimo de esta cuña (el presor que aplica la cinta contra la cabeza no debe someterse a un esfuerzo anormal); procura también que esta cuña esté bien sujeta y no se deslice fortuitamente.

Desde luego, estas operaciones no presentan la misma flexibilidad y las mismas ventajas que una mezcla, la cual permite dosificar las señales que provienen de diversas fuentes sonoras durante una misma grabación y ajustar sus niveles respectivos.

Son pocos los magnetófonos provistos en fábrica de este dispositivo; por el contrario, prácticamente todos los constructores proponen en forma de accesorios cajas de mezcla destinadas a ser conectadas a la entrada del magnetófono y provistas de tantos botones de regulación separados como fuentes de sonido estén previstas.

Esta es evidentemente la solución ideal. Pero también se puede salir del paso perfectamente sin tener que recurrir a este dispositivo.

En efecto, supongamos que tengas que registrar un comentario hablando sobre un fondo sonoro, lo mismo que en el ejemplo que antes he mencionado.

Te bastará disponer de un electrófono (o de un receptor de radio que difunda un programa musical) en el cual dosificarás la potencia de salida en función de los efectos deseados, estando colocado el altavoz detrás de ti de manera que no se interponga en las ondas de la palabra captadas por el micrófono.

Serán indispensables algunos ensayos preliminares, los cuales te permitirán ajustar las posiciones relativas de los aparatos y los niveles respectivos de las fuentes de sonido utilizadas.

«Re-recording - Multiplay»

Tú que te apasionas por la música grabada, no dejarás de saber que desde hace ya algún tiempo, el «re-recording» se ha puesto de moda, por ser un procedimiento que permite a un mismo artista tocar sucesivamente varios instrumentos y realizar una grabación que da la ilusión de haber sido efectuada con el concurso de varios músicos.

Es posible que te hayas preguntado cómo se podía realizar y que hayas tratado de conocer la técnica particular utilizada.

En ello no hay nada misterioso. Para conseguirlo basta disponer de un magnetófono de cuatro pistas, provisto de una tecla «multiplay» cuya puesta en servicio no tiene otra finalidad que permitir la lectura de una pista ya registrada y su copia en sobreimpresión en otra.

Un caso concreto te explicará mejor el mecanismo de estas diversas operaciones.

Supongamos que se desee registrar la actuación de un artista tocando tres instrumentos diferentes: piano, violín y flauta.

En la primera pasada de la cinta se registrará, por ejemplo, el piano solo.

Entonces el selector de pistas estará colocado en la posición 1-4 (mira la octava carta) y se graba la pista 1.

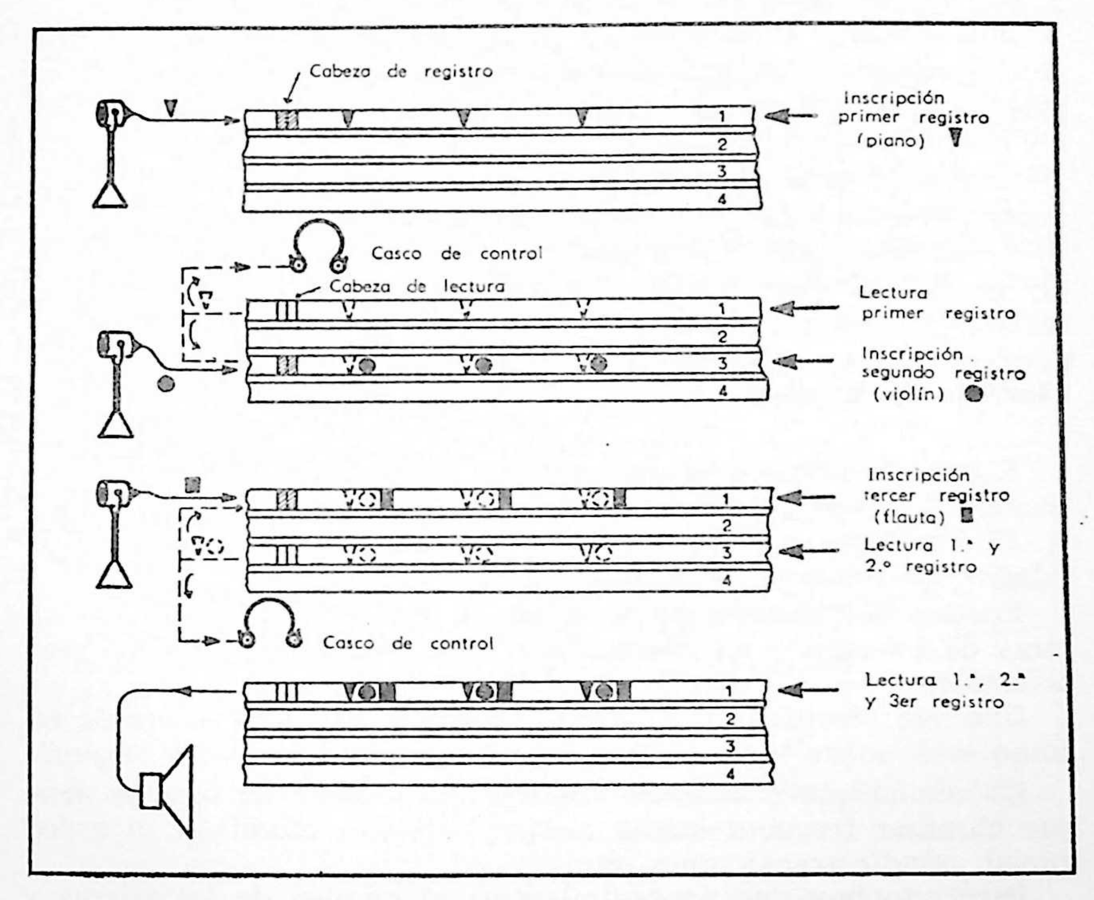


Fig. 55. — Esquema de principio de un registro "multiplay"

Después del rebobinado de la cinta, se realizará la segunda grabación (violín), que se efectuará poniendo el selector de pistas en la posición 2-3, y empujando la tecla «multiplay».

Al proceder así se realizará la lectura de la señal precedentemente registrada en la pista 1, la cual se inscribirá en la pista 3 al mismo tiempo que las notas del violín captadas directamente por el micrófono.

Un casco de control destinado a oír el primer registro es evidentemente indispensable al artista para realizar la operación en perfecto sincronismo.

Disponiendo en la pista 3 de dos registros simultáneos (piano + violín) se podrá proceder a una tercera pasada que se hará después de haber vuelto a colocar el selector de pistas en la posición 1-4 y apretando la tecla «multiplay».

En estas condiciones quedará impresionada de nuevo la pista 1 por los sonidos directamente captados por el micrófono (flauta) y por los inscritos en la pista 3 utilizada en la lectura.

Sin cambiar el selector de pistas, un último rebobinado permitirá escuchar los tres instrumentos al mismo tiempo, los cuales, aunque hayan sido registrados uno tras otro, serán restituidos como si en la toma de sonido se hubiese captado realmente un conjunto instrumental (fig. 55).

Reconocerás que esto puede sorprender a cualquiera que no esté iniciado y que el procedimiento se presta a numerosas y variadas aplicaciones. Puedes imaginártelas.

Montaje de la cinta

Siguiendo nuestro camino, no nos detengamos y abordemos la técnica del montaje de la cinta magnética.

El «multiplay» sólo constituye una de las numerosas posibilidades de registro magnético.

Pueden ser innumerables si no se vacila en manejar las tijeras de montaje y en dedicarse a unos pequeños ejercicios muy divertidos.

Una vez efectuada una grabación es pocas veces utilizable tal como está, sobre todo, si lo que se intenta es hacer algo original.

Lo mismo que el **cineasta amateur,** un cazador de sonidos tiene que eliminar frecuentemente ciertos defectos, modificar el orden inicial, añadir transiciones, etc.

Para ello hay dos procedimientos: el empleo de las tijeras y la utilización de un segundo magnetófono.

Si eliges las tijeras, éstas deberán ser de cobre o de latón a fin de evitar en el momento del corte una modificación del estado magnético de la cinta que, en la lectura, se traduciría por un chasquido desagradable.

Por estas mismas razones se recomienda realizar una unión oblicua obtenida superponiendo los dos extremos de la cinta a empalmar y cortándolos en ángulo de 30° a 40°.

Una vez realizado el corte se ponen frente a frente las dos partes de la cinta cortada de este modo sesgado y se ensambla el conjunto por medio de un trozo de cinta adhesiva especial colocada en la cara lisa de la cinta.

Existen pequeñas pegadoras que utilizan la cinta adhesiva mencionada; en cambio, en otras se emplea una técnica muy corriente, como con las películas cinematográficas. Tanto unas como otras permiten obtener excelentes empalmes prácticamente inaudibles.

Naturalmente, los montajes sólo se pueden efectuar en una cinta que no tenga más que una pista registrada. Los diversos empalmes, una vez efectuados, no impiden proceder a la grabación de las otras pistas.

Cuando se procede a esta clase de montajes es perfectamente posible añadir o suprimir, por ejemplo, una palabra o un grupo de palabras.

Ten en cuenta que esta operación es tanto más fácil de realizar cuanto mayor es la velocidad de avance de la cinta. 9,5 cm/s es prácticamente la mínima velocidad que se debe utilizar.

La determinación del paso exacto del empalme se efectúa colocando el magnetófono en la posición de lectura y desolidarizando la cinta del rodillo de arrastre; en algunos aparatos esto se hace por medio de una tecla especial.

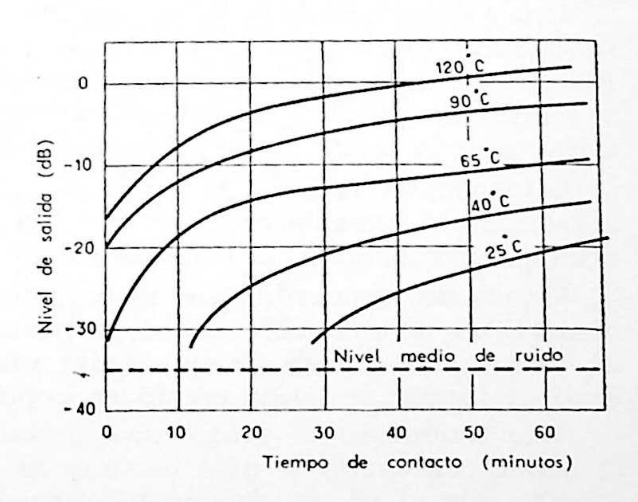


Fig. 56. — Influencia de la temperatura sobre el nivel de la señal registrada por contacto (efecto de copia)

Luego hay que hacer avanzar lentamente la cinta con la mano delante de la cabeza de lectura para encontrar el sitio preciso del empalme.

Se procede de esta misma manera para suprimir los chasquidos y rayaduras intempestivas en las grabaciones magnéticas efectuadas a base de discos viejos (de la clase «grabaciones antiguas»). Dos golpes de tijeras bastan entonces para eliminar un «cloc», que de otro modo sería muy difícil eliminar.

Con esto te he dado la receta que te permitirá resucitar discos que te entusiasman y que, gracias al magnetófono, podrás escuchar de nuevo con embelesamiento.

Pero volvamos al segundo procedimiento, el cual, si bien necesita el empleo de dos magnetófonos, es de gran flexibilidad de utilización.

Funcionando como reproductor, el primer aparato está destinado únicamente a la lectura de las porciones de cintas registradas que hay que ensamblar.

Estas son así transferidas al segundo, con el cual se obtiene una cinta madre, exenta de todo empalme, y en la que nada impide grabar simultáneamente una señal que provenga de otra fuente de sonido.

Otra ventaja del procedimiento es que se conservan íntegramente los registros originales y no hay que temer ningún golpe de tijera desconsiderado.

El arte de la «puesta en conserva»

Una vez terminadas las grabaciones o registros, falta asegurar su conservación, lo que no deja de plantear algunos problemas. Porque, en efecto, no basta procurar que la cinta conserve intactas sus diversas propiedades físicas, sino que, sobre todo, hay que evitar que la señal registrada pueda borrarse accidentalmente.

Lejos de mí la idea de aburrirte con la exposición de largas y fastidiosas consideraciones. Me limitaré a recordarte algunos principios esenciales cuya aplicación te evitará ulteriores fracasos.

Ante todo, recuerda que la temperatura ambiente influye de manera no despreciable sobre la transferencia de la imantación de una espira a otra de una cinta magnética grabada (fig. 55). Esto es lo que se llama **efecto de copia**, o **efecto de eco.**

Este fenómeno es tanto más acusado cuanto más potente es la señal registrada y más elevada es la temperatura. Hay que señalar que el efecto es sensible principalmente durante las primeras horas de contacto; luego pierde progresivamente importancia.

Sin embargo, y sobre todo cuando las grabaciones deben ser conservadas largo tiempo, hay que procurar efectuar de vez en

cuando otro rebobinado, aunque no haya que proceder a una lectura consecutiva de la cinta magnética.

Otra causa del efecto de copia son los campos magnéticos parásitos que provienen de los transformadores, motores eléctricos, etc. Estos campos magnéticos pueden conducir a un borrado parcial e incluso total de las cintas sometidas a su acción.

Por consiguiente, hay que tener prudencia cuando se trata de grabaciones raras o preciosas. El mejor medio de conservarlas es muy sencillo y está al alcance de todos. Consiste en encerrar las cintas en cajas metálicas construidas especialmente para ello. Desafortunadamente, éstas no están aún muy generalizadas y los fabricantes prefieren embalajes de cartón, que presentan aspectos más estéticos.

En fin, ya estás prevenido y, como un hombre advertido vale por dos, no tengo ninguna duda de que pronto pondrás en práctica estos consejos dictados por la experiencia.

Mi próxima carta será la última acerca de los magnetófonos y en ella sacaremos las conclusiones pertinentes.

DUODECIMA Y ULTIMA CARTA

ELECCION DEL MAGNETOFONO

Recuerdo que en tu primera carta, entre una multitud de preguntas de toda naturaleza, me hiciste ésta: «¿Qué modelo de magnetófono debo elegir?».

Entonces no te respondí, porque preferí contestarte después de inculcarte un cierto número de principios básicos y apropiados para que sirviesen de guía a tu elección.

Desde entonces hemos tratado en estas cartas de diversas cuestiones y has podido darte cuenta de los numerosos problemas que planteaba tu pregunta, en apariencia muy anodina.

Pero ahora vamos a proceder al examen muy rápido de los diversos parámetros que deben servirte de guía en esta operación decisiva: la elección de tu magnetófono.

Desde luego, no soy yo el que va a elegir. Esto lo has de hacer tú sólo y con conocimiento de causa. Yo me contentaré únicamente con insistir sobre ciertos puntos de importancia primordial y cuyo desconocimiento u olvido voluntario podrían conducirte a una mala elección.

Tratemos en primer lugar de los problemas relacionados con la selección de un modelo portátil o de mesa.

Si lo que deseas es hacer grabaciones en directo, o sea, dedicarte a la caza de sonidos en todas sus formas, preferirás un modelo miniaturizado y de alimentación autónoma.

Por el contrario, si lo que te atrae son las grabaciones en el estudio, la escucha de cintas pre-registradas, los trucajes, te orientarás sin duda hacia un modelo de mesa, del tipo multipista y previsto para la estereofonía.

En todo caso, y esto cualquiera que sea tu opción, no deberás olvidar que la perfección de funcionamiento de un magnetófono depende estrechamente de la de su parte mecánica.

Esta deberá ser todo lo perfecta posible para que las grabaciones no sean afectadas por ningún lloriqueo ni centelleo.

Algunos «tests» muy simples permiten comprobarlo, principalmente el que consiste en registrar el sonido emitido por una campana. La menor irregularidad en el avance de la cinta es puesta en evidencia instantáneamente en la reproducción por una variación de la altura de la nota emitida, a la que el oído es muy sensible.

Estas observaciones son válidas cualquiera que sea el tipo de aparato, portátil o no. En el caso de magnetófonos que funcionan con pilas hay que ser más cauteloso que con los modelos de mesa; en efecto, estos aparatos tienen que funcionar a menudo en cualquier posición y sus motores de arrastre no disponen de una fuente de energía potente.

También debes preocuparte de examinar la parte electrónica. Transistorizada o no, debe proporcionarte señales exentas de zumbidos o ruidos parásitos.

Algunos ensayos, efectuados en «blanco», te informarán pronto acerca de esto. En cuanto a la eficacia del sistema de borrado la comprobarás fácilmente procediendo a una grabación en el límite de la saturación y luego escuchando la cinta después de una segunda pasada en vacío destinada precisamente a la eliminación de la señal precedente. Otro punto que deberá atraer tu atención es la calidad de sonido del aparato. Por regla general, ésta es tanto mejor cuanto más elevada es la banda de paso (así como la relación señal-ruido). En principio, estos datos los declara el fabricante.

Si no quieres fiarte demasiado, tienes el recurso de proceder al registro de un disco cuya calidad conozcas y luego proceder a la escucha comparativa. La prueba es concluyente y no deja lugar a dudas ni errores de juicio. Por lo tanto, te la aconsejo.

Una vez observadas estas precauciones preliminares, tu elección sólo debe estar guiada por consideraciones de orden puramente práctico: bipista o cuadripista; «mono» o «stereo»; «multiplay», etc., y por ciertos factores, tales como la marca o presentación del aparato, la comodidad de las diversas maniobras y, **last but not least,** el precio de coste.

Esto es cuestión de criterios. Por tanto, tú eres el que tienes que pronunciarte y yo tengo confianza en tu veredicto.

Te reitero mi amistad

